KLİNİK NÖROANATOMİ

YEDİNCİ İNGİLİZCE BASKIDAN ÇEVİRİ

Richard S. Snell, M.R.C.S., L.R.C.P., MB, BS, MD, PhD

Emeritus Professor of Anatomy
George Washington University
School of Medicine and Health Sciences
Washington, DC
Formerly Associate Professor of Anatomy and Medicine, Yale University Medical School; Lecturer in Anatomy King's College University of London; and Visiting Professor of Anatomy, Harvard Medical School.

Çeviri Editörü
Prof. Dr. Mehmet Yıldırım
İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

NOBEL TIP KİTABEVLERİ

YAZARIN ÖNSÖZÜ

Bu kitap, tıp pratiği için gerekli olan nöroanatomik bilgileri içermektedir. Tıp ve diş hekimliği fakültesi öğrencileri, hemşireler ve sağlıkla ilgili diğer yüksek okulların öğrencileri için uygundur. Asistanlar da, rotasyonları süresince bu kitabı yararlı bulacaklardır.

Sinir sisteminin fonksiyonel düzeni üzerinde durulmuş ve hasar ile hastalığın nasıl nörolojik eksiklikle sonuçlanabileceği gösterilmiştir. **Olgusal bilgilerin sayısı, klinik olarak önemi olanlarla bağlantılı olacak şekilde sınırlanmıştır.**

Bu baskıda her bölümün içeriği gözden geçirilmiş, kullanılmayan bilgi ayrılmış ve yeni bilgiler eklenmiştir.

Her bölüm, aşağıdaki içerikler çerçevesinde ele alınmıştır:

- **Klinik Örnek:** Her bölümün başında, nöroanatomik bağlantıyı gösteren kısa bir olgu sunumu yer almaktadır.
- **Bölüm Hedefleri:** Bu alt başlık, her bölümde öğrenme ve anlama için en önemli olan içeriği ayrıntılandırır.
- **Temel Nöroanatomi:** Bu alt başlık, klinik önemi bulunan nöroanatomik yapılara ait temel bilgiler verir. Normal radyografileri, BT taramaları, MRI ve PET taramalarının çok sayıda örneği de sunulmaktadır. Öğrencilerin, BT taramaları ve MRI görüntülerinin yorumlanmasında çok önemli olan, üç boyutlu anatomi çerçevesinde düşünmelerini özendirmek için pek çok kesitsel çizime yer verilmiştir.
- **Klinik Bilgiler:** Bu alt başlık, klinik uygulama için temel oluşturan nöroanatomik unsurların pratik uygulamasını sağlamaktadır. Doktorun bir tanı koyarken ve bir hastayı tedavi ederken karşılaşacağı yapılar üzerinde durmaktadır. Ayrıca birçok prosedür ve tekniğin anlaşılması için gerekli bilgiler sağlamakta ve yaygın olarak karşılaşılan anatomik "tuzak"ları belirtmektedir.
- **Klinik Problem Çözmü:** Bu altbaşlık, öğrencilere, klinik problemleri çözmek ve tedaviyi başlatmak için gerekli nöroanatomi bilgilerini içeren birçok klinik durum örneği sağlamaktadır; problemlerin çözümleri her bölümün sonunda sunulmaktadır.
- **Çalışma Soruları:** Soruların üçlü amacı vardır: önemli alanlara dikkat çekmek, öğrencilerin zayıf yönlerini değerlendirmelerini sağlamak ve sorular sınav koşullarında yanıtlandığında bir öz değerlendirme sonucu sağlamak. Soruların bazıları, nöroanatomik bir yanıt gerektiren klinik bir problemin etrafında merkezlenmiştir. Problemlerin çözümleri her bölümün sonunda sunulmaktadır.

Kitabın tam metnine ek olarak, 450'den fazla soru içeren etkileşimli bir Deneme/**Gözden Geçirme Testi**, online/çevrimiçi olarak sunulmaktadır.

Kitap, yoğun bir şekilde resimlendirilmiştir. Şekillerin çoğu basit tutulmuş ve renklendirilmiştir. Önceki baskıda olduğu gibi, metinden önce diseke beynin kısa bir **Renkli Atlası** konulmuştur. Bu küçük, fakat önemli tam sayfa renkli resim grupları, okuyucunun, beynin belirli bir bölümü ile organın bütünü arasında hızlı bir şekilde bağlantı kurabilmesini sağlar.

Okuyucuların, bir ilgi alanı için daha derin bilgi edinmek isteyecekleri nöroanatomik literatüre de yer verilmiştir.

R.S.S.

TEŞEKKÜR

Nöroanatomik materyalin, fotoğraf örneklerini sağlayan aşağıdaki meslektaşlarıma fazlasıyla şükranlarımı sunarım: Dr. N. Cauna, Kıdemli Anatomi Profesörü, Pittsburgh Üniversitesi, Tıp Fakültesi; Dr F.M.J. Fitzgerald, Anatomi Profesörü, Üniversite Koleji, Galway, İrlanda ve Dr. A. Peters, Anatomi Profesörü, Boston Üniversitesi, Tıp Fakültesi.

George Washington Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Anatomi Bölümü'nde kıdemli bir teknisyen olarak fotoğraflama için nöroanatomik preparatların hazırlanmasında bana fazlasıyla yardımcı olan Larry Clerk'e özellikle teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca bu kitabın çeşitli bölümlerinde kullandığım radyografilerle BT taramalarını ödünç verdikleri için Radyoloji Bölümü elemanlarına da minnettarım. En çok da Yale Üniversitesi Tıp Merkezi'nden Dr. G.Size'a, örnek beyin BT taramaları ve MRI görüntüleri için müteşekkirim. Ayrıca Connecticut, West Haven, Veterans Affairs Tıp Merkezi, Radyoloji Bölümü'nün PET Tarama Birimi Direktörü Dr. H.Dey'e, beynin çeşitli PET tarama örnekleri için teşekkür ederim. Yale Radyoloji Bölümü tıbbi fotoğrafçılarına, radyografilerin çoğaltılmasındaki mükemmel çalışmaları için teşekkürlerimi sunarım.

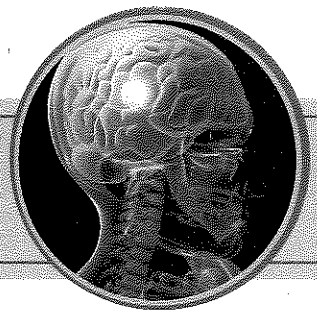
Geçmişte olduğu gibi, Myra Feldman ve Ira Grunther AMI'ye, çok iyi bir sanat eseri hazırladıkları için en içten teşekkürlerimi sunarım.

Son olarak Lippincott Williams & Wilkins çalışanlarına, bu kitabın hazırlanması süresince sürekli coşkuları ve destekleri için bir kez daha minnettarım.

Geçmiş, Şimdiki ve Gelecekteki - Öğrencilerime

Bu kitap, sunulan bilgiler karmaşık nöral bağlantıları kapsayan kafa karıştırıcı ayrıntılar içermeyecek şekilde tasarlanmıştır. Kitabın düzeni, öğrencilerle gelecekteki sağlık elemanlarının, hastaların tanı ve tedavisinde gerekli olan temel özellikleri hızlı bir şekilde anımsamalarına olanak verir.

ÇEVİRİ EDİTÖRÜNÜN ÖNSÖZÜ



Anatomi öğretiminde Hareket Sistemi, İç Organlar ve Sinir Sistemi Anatomisi (Nöroanatomi) yaklaşık üçtebirlik ağırlıklara sahiptir. Bunlardan Hareket Sistemi, başlangıç konusu olması, nöroanatomi ise karmaşıklığı ve fonksiyonel incelikleri nedeniyle en zor öğrenilen konular olarak karşımıza çıkarlar; bu nedenle öğrencilerin korkulu rüyası olmaya devam etmektedir.

Anatomi asistanlığımın ilk günlerinden beri "nöroanatomi afinitesi" olan bir öğretim üyesi olarak onlarca nöroanatomi kitabı incelememe karşın, beni en çok etkileyen kitap, R.Snell'in "Klinik Nöroanatomi" kitabı oldu. Yalın anlatımı, öğretici şekilleri ve kolay anlaşılır şekilde düzenlenmiş klinik bağlantıları ile iyi bir öğretim materyali olma özelliği taşıyan bu kitabın 4.İngilizce Baskısını, 2000 yılında Türkçe'ye kazandırmıştık.

2010 yılında yayınlanan 7. İngilizce Baskısında yazar, bazı bölümleri birleştirerek eskiden 29 bölüm içeren kitabı 18 bölüm halinde tekrar düzenlemiştir. 7. İngilizce Baskısının Türkçe Çeviri Editörlüğü tarafıma verildiğinde, olabildiğince önceki çeviri ekibi ile birlikte çalışarak eserin yeni versiyonunu Türkçe'ye kazandırmayı hedefledim. Yayınevinin yoğunluğu yanında, öğretim üyelerimizin yoğunluğu, çeviri ve kontrollerin aksamasına, dolayısı ile baskının gecikmesine neden oldu. Nisan 2011 itibariyle, baskı aşamasına gelebilmenin mutluluğunu taşıyoruz. Çeviriye katılan değerli meslektaşlarıma, katkılarından dolayı teşekkürlerimi sunuyorum.

Türkçeye kazandırdığımız her çeviri eserin önsözünde belirttiğim gibi, "telif veya tercüme bir eserin olgunlaşması 4-5 baskı ile gerçekleşiyor"; bu eser için de aynı kural geçerlidir. Hatalar ve eksiklerimizin bu gözle değerlendirilmesini dilerken; yapıcı eleştirilerinizi dikkate almayı, bundan sonraki baskıların gelişmesinde vazgeçilmez bir görev addediyorum.

Çeviri ve telif birçok saygın Tıp Kitabını, Tıp Fakültesi ve diğer Sağlık Yüksek Okulu Öğrencileri ile sağlık profesyonellerine ulaştırmada özveri ile çalışan Nobel Tıp Kitabevleri mensuplarına teşekkürlerimi sunarken, kitabın tüm hekimlerimiz ve öğrencilerimize nöroanatomiyi doğru ve kolay öğreterek başarılar getirmesini dilerim.

Nisan 2011, Cerrahpaşa/İstanbul

Dr. Mehmet Yıldırım

ÇEVİRİ KURULU

ÇEVİRİ EDİTÖRÜ

Prof. Dr. Mehmet YILDIRIM
İ Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı Öğretim Üyesi

ÇEVİRENLER

Prof. Dr. Doğan Akşit
Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı
E. Öğr. Üyesi - ANKARA

Prof. Dr. Afitap Anıl
Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - ANKARA

Doç. Dr. Candan Arman
9 Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - İZMİR

Prof. Dr. Bülent Canbaz
İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
Nöroşirurji Anabilim Dalı - İSTANBUL

Prof. Dr. Şimşek Cankur
Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - BURSA

Prof. Dr. Safiye Çavdar
Marmara Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - İSTANBUL

Prof. Dr. Hamdi Çelik
Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - ANKARA

Prof. Dr. Ayda Demirant
Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - DİYARBAKIR

Prof. Dr. Behice Durgun
Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - ADANA

Prof. Dr. Figen Gövsa Gökmen
Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - İZMİR

Prof. Dr. Savaş Hatipoğlu
Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - DİYARBAKIR

Prof. Dr. Cem Kopuz
19 Mayıs Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - SAMSUN

Doç. Dr. Tunç Kutoğlu
Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - EDİRNE

Dr. Barış Küçükyürük
İ. Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
Nöroşirurji Anabilim Dalı - İSTANBUL

Prof. Dr. Tania Marur
İ.Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - İSTANBUL

Prof. Dr. Hasan Ozan
Gülhane Askeri Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - ANKARA

Prof. Dr. Adnan Öztürk
İ. Ü. İstanbul Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - İSTANBUL

Prof. Dr. Tuncay Peker
Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - ANKARA

Prof. Dr. Can Pelin
Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - ANKARA

Prof. Dr. Turan Peştemalcı
İ. Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - İSTANBUL

Doç. Dr. Oya Sağıroğlu
Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - ELAZIĞ

Doç. Dr. Galip Zihni Sanus
İ. Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
Nöroşirurji Anabilim Dalı - İSTANBUL

Prof. Dr. Mustafa Sargon
Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - ANKARA

Prof. Dr. Kayıhan Şahinoğlu
İ. Ü. İstanbul Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - İSTANBUL

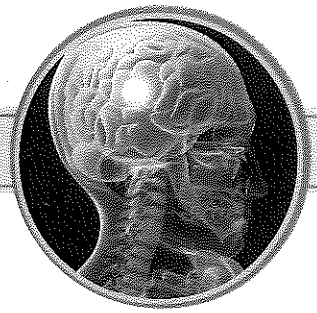
Doç. Dr. İlkan Tatar
Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - ANKARA

Prof. Dr. Hasan Basri Turgut
Gazi Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - ANKARA

Prof. Dr. Mehmet Yıldırım
İ. Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - İSTANBUL

Prof. Dr. Y. Zeki Yıldız
İ. Ü. Cerrahpaşa Tıp Fakültesi
Anatomi Anabilim Dalı - İSTANBUL

İÇİNDEKİLER



Önsözler iii
Teşekkürler iv
Renkli Beyin Atlası xi

BÖLÜM 1 Sinir Sistemine Giriş ve Organizasyon 1

Bölümün Hedefleri 2
Merkezi ve Periferik Sinir Sistemleri 2
Merkezi Sinir Sisteminin Temel Bölümleri 2
Periferik Sinir Sisteminin Temel Bölümleri 10
Sinir Sisteminin Erken Gelişimi 14
Klinik Bilgiler 17
Klinik Problem Çözümü 28
Klinik Problem Çözümü Yanıtları ve Açıklamalar 29
Çalışma Soruları 30
Çalışma Sorularının Yanıtları ve Açıklamaları 31
Ek Okumalar 32

BÖLÜM 2 Nöron ve Nöroglianın Nörobiyolojisi 33

Bölümün Hedefleri 34
Nöronun Tanımı 34
Nöronların Çeşitleri 34
Nöronun Yapısı 34
Nöroglianın Tanımlanması 53
Astrositler 53
Oligodendrositler 54
Mikroglia 57
Ependima 58
Ekstrasellular aralık 59
Klinik Bilgiler 61
Klinik Problem Çözümü 63
Klinik Problem Çözümü Yanıtları ve Açıklamalar 64
Çalışma Soruları 65
Çalışma Sorularının Yanıtları ve Açıklamaları 67
Ek Okumalar 69

BÖLÜM 3 Sinir Lifleri, Periferik Sinirler, Reseptör ve Effektör Sonlanmaları, Dermatomlar ve Kas Aktivitesi 70

Bölümün Hedefleri 71
Sinir Lifleri 71
Periferik Sinirler 80
Periferik Sinirde İletim 84
Reseptör Sonlanmaları 86

Effektör Sonlanmaları 95
Derinin Segmental İnnervasyonu 100
Kasların Segmental İnnervasyonu 100
Kas Tonusu ve Kas Hareketi 101
Motor Ünitelerin Summasyonu 103
Kas Yorgunluğu 104
Postür 104
Klinik Bilgiler 107
Klinik Problem Çözümü 120
Klinik Problem Çözümü Yanıtları ve Açıklamalar 123
Çalışma Soruları 126
Çalışma Sorularının Yanıtları ve Açıklamaları 129
Ek Okumalar 131

BÖLÜM 4 Omurilik (Medulla Spinalis) ve Çıkan-İnen Yollar 132

Bölümün Hedefleri 133
Columna Vertebralis'in Kısa Özeti 133
Medulla Spinalis'in Makroskopik Görünümü 137
Medulla Spinalis'in Yapısı 138
Omuriliğin Çıkan Yolları 143
Anatomik Yapılanma 143
Çıkan Yolların İşlevleri 144
Omuriliğin İnen Yolları 153
Anatomik Yapılanma 153
İnen Yolların İşlevleri 154
Kortikospinal Yollar 155
Tractus Reticulospinalis Medialis ve Lateralis 157
Tractus Tectospinalis 158
Tractus Rubrospinalis 159
Tractus Vestibulospinalis 159
Tractus Olivospinalis 160
İnen Otonom Yollar 160
İntersegmental Yollar 161
Refleks Halkası 162
Yüksek Nöronal Merkezlerin Spinal Refleks Aktiviteleri Üzerine Etkisi 164
Renshaw Hücreleri ve Alt Motor Nöron İnhibisyonu 164
Klinik Bilgiler 165
Klinik Problem Çözümü 177
Klinik Problem Çözümü Yanıtları ve Açıklamalar 178
Çalışma Soruları 181
Çalışma Sorularının Yanıtları ve Açıklamaları 183
Ek Okumalar 185

BÖLÜM 5 Beyin Sapı (Truncus Cerebri) 186

Bölümün Hedefleri 187
Kranyumun Kısa Özeti 187
Cavitas Cranii 192
Beyin Sapına Giriş 196
Medulla Oblongata'nın Makroskopik Görünümü 197
İç Yapısı 198
Pons'un Makroskopik Görünümü 206
Pons'un İç Yapısı 208
Mesencephalon'un Makroskopik Görünümü 210
Mesencephalon'un İç Yapısı 210
Klinik Bilgiler 217
Klinik Problem Çözümü 221
Klinik Problem Çözümü Yanıtları ve Açıklamalar 222
Çalışma Soruları 224
Çalışma Sorularının Yanıtları ve Açıklamaları 227
Ek Okumalar 229

BÖLÜM 6 Cerebellum ve Bağlantıları 230
Bölümün Hedefleri 231
Cerebellum'un Makroskopik Görünümü 231
Cerebellum'un Yapısı 231
Serebellar Kortikal Mekanizmalar 236
Serebellar Afferent Lifler 237
Serebellar Efferent Lifler 240
Cerebellum'un Fonksiyonları 242
Klinik Bilgiler 243
Klinik Problem Çözümü 245
Klinik Problem Çözümü Yanıtları ve Açıklamalar 246
Çalışma Soruları 247
Çalışma Sorularının Yanıtları ve Açıklamaları 249
Ek Okumalar 250

BÖLÜM 7 Cerebrum 251
Bölümün Hedefleri 252
Cerebrum'un Alt Bölümleri 252
Diencephalon 252
Serebral Hemisferlerin Genel Görünümü 257
Temel Sulcus'lar 258
Serebral Hemisferin Lobları 260
Serebral Hemisferlerin İç Yapısı 262
Klinik Bilgiler 271
Klinik Problem Çözümü 277
Klinik Problem Çözümü Yanıtları ve Açıklamalar 278
Çalışma Soruları 279
Çalışma Sorularının Yanıtları ve Açıklamaları 281
Ek Okumalar 283

BÖLÜM 8 Serebral Korteksin Yapısı ve Fonksiyonların Lokalizasyonu 284
Bölümün Hedefleri 285
Serebral Korteksin Yapısı 285
Serebral Korteksin Mekanizmaları 287
Kortikal Alanlar 288
Serebral Dominans 295
Klinik Bilgiler 296
Klinik Problem Çözümü 298
Klinik Problem Çözümü Yanıtları ve Açıklamalar 299
Çalışma Soruları 300
Çalışma Sorularının Yanıtları ve Açıklamaları 302
Ek Okumalar 303

BÖLÜM 9 Formatio Reticularis ve Limbik Sistem 304
Bölümün Hedefleri 305
Formatio Reticularis 305
Limbik Sistem 307
Klinik Bilgiler 312
Klinik Problem Çözümü 312
Klinik Problem Çözümü Yanıtları ve Açıklamalar 313
Çalışma Soruları 313
Çalışma Sorularının Yanıtları ve Açıklamaları 314
Ek Okumalar 315

BÖLÜM 10 Bazal Çekirdekler (Nuclei Basales, Bazal Çekirdekler) ve Bağlantıları 316
Bölümün Hedefleri 317
Terminoloji 317

Corpus Striatum 317
Corpus Amygdaloideum 319
Substantia Nigra ve Nuclei Subthalamici 319
Claustrum 319
Corpus Striatum ve Globus Pallidus'un Bağlantıları 319
Corpus Striatum'un Bağlantıları 319
Globus Pallidus'un Bağlantıları 319
Bazal Çekirdeklerin İşlevleri 320
Klinik Bilgiler 322
Klinik Problem Çözümü 327
Klinik Problem Çözümü Yanıtları ve Açıklamalar 327
Çalışma Soruları 327
Çalışma Sorularının Yanıtları ve Açıklamaları 329
Ek Okumalar 329

Bölüm 11 Kranial Sinir Çekirdekleri, Merkezi Bağlantıları ve Dağılımları 331

Bölümün Hedefleri 332
Oniki Kranial Sinir 332
Kranial Sinirlerin Organizasyonu 332
Nervi Olfactorii (I.Kranial Sinir) 335
Nervus Opticus (II.Kranial Sinir) 336
Nervus Oculomotorius (III.Kranial Sinir) 340
Nervus Trochlearis (IV.Kranial Sinir) 340
Nervus Trigeminus (V.Kranial Sinir) 341
Nervus Abducens (VI.Kranial Sinir) 344
Nervus Facialis (VII.Kranial Sinir) 346
Nervus Vestibulocochlearis (VIII.Kranial Sinir) 348
Nervus Glossopharyngeus (IX.Kranial Sinir) 350
Nervus Vagus (X.Kranial Sinir) 352
Nervus Accessorius (XI.Kranial Sinir) 354
Nervus Hypoglossus (XII.Kranial Sinir) 356
Klinik Bilgiler 358
Klinik Problem Çözümü 363
Klinik Problem Çözümü Yanıtları ve Açıklamalar 364
Çalışma Soruları 365
Çalışma Sorularının Yanıtları ve Açıklamaları 368
Ek Okumalar 369

Bölüm 12 Thalamus ve Bağlantıları 371

Bölümün Hedefleri 372
Thalamus'a Genel Bakış 372
Thalamus'un Bölümleri 372
Thalamus'un Bağlantıları 375
Thalamus'un Fonksiyonu 375
Klinik Bilgiler 378
Klinik Problem Çözümü 378
Klinik Problem Çözümü Yanıtları ve Açıklamalar 378
Çalışma Soruları 379
Çalışma Sorularının Yanıtları ve Açıklamaları 380
Ek Okumalar 381

Bölüm 13 Hypothalamus ve Bağlantıları 382

Bölümün Hedefleri 383
Hypothalamus 383
Hypothalamus'un Çekirdekleri 383
Hypothalamus'un Afferent Bağlantıları 385
Hypothalamus'un Efferent Bağlantıları 387

Hypothalamus'un Hypophysis Cerebri ile Bağlantıları 388
Hypothalamus'un Fonksiyonları 389
Klinik Bilgiler 392
Klinik Problem Çözümü 392
Klinik Problem Çözümü Yanıtları ve Açıklamalar 393
Çalışma Soruları 393
Çalışma Sorularının Yanıtları ve Açıklamaları 394
Ek Okumalar 395

BÖLÜM 14 Otonom Sinir Sistemi 396

Bölümün Hedefleri 397
Otonom Sinir Sisteminin Organizasyonu 397
Büyük Otonom Pleksuslar 400
Otonom Ganglionlar 400
Preganglioner Transmitterler 400
Hızlı, Yavaş ve İnhibitör Sinaptik Potansiyeller 401
Ganglionu Uyaran Maddeler 402
Ganglion Bloke Eden Maddeler 402
Postganglionik Sinir Sonlanmaları 402
Postganglionik Transmitterler 402
Diğer Postganglionik Transmitterler 403
Kolinerjik Reseptörlerin Bloke Edilmesi 403
Adrenerjik Reseptörlerin Bloke Edilmesi 403
Otonom Sinir Sistemini Kontrol Eden Yüksek Merkezler 404
Enterik Sinir Sistemi 404
Otonom Sinir Sisteminin Fonksiyonları 404
Otonom Sinir Sisteminin Sempatik ve Parasempatik Bölümleri Arasındaki Anatomik, Fizyolojik ve Farmakolojik Önemli Farklar 405
Bazı Önemli Otonomik İnnervasyonlar 407
Otonom Sinir Sisteminin Etkilediği Bazı Önemli Fizyolojik Refleksler 415
Klinik Bilgiler 417
Klinik Problem Çözümü 420
Klinik Problem Çözümü Yanıtları ve Açıklamalar 421
Çalışma Soruları 422
Çalışma Sorularının Yanıtları ve Açıklamaları 425
Ek Okumalar 426

BÖLÜM 15 Beyin ve Medulla Spinalis'in Zarları 427

Bölümün Hedefleri 428
Beyin Zarları 428
Medulla Spinalis'in Zarları 436
Klinik Bilgiler 438
Klinik Problem Çözümü 441
Klinik Problem Çözümü Yanıtları ve Açıklamalar 442
Çalışma Soruları 443
Çalışma Sorularının Yanıtları ve Açıklamaları 444
Ek Okumalar 444

BÖLÜM 16 Ventrikül Sistemi, Serebrospinal Sıvı, Kan-Beyin Bariyeri ve Kan-Serebrospinal Sıvı Bariyeri 445

Bölümün Hedefleri 446
Ventrikül Sistemi 446
Spatium Subarachnoideum 457
Serebrospinal Sıvı 458
Kan-Beyin ve Kan-Beyin Omurilik Sıvısı Bariyeri 462
Klinik Bilgiler 466
Klinik Problem Çözümü 467

Klinik Problem Çözümü Yanıtları ve Açıklamalar 468
Çalışma Soruları 469
Çalışma Sorularının Yanıtları ve Açıklamaları 472
Ek Okumalar 473

BÖLÜM 17 Beyin ve Omuriliğin Kanlanması 474

Bölümün Hedefleri 475
Beyinin Kanlanması 475
Beyinin Kapiller Damarları 481
Serebral Dolaşım 481
Medulla Spinalis'in Kanlanması 481
Klinik Bilgiler 483
Klinik Problem Çözümü 493
Klinik Problem Çözümü Yanıtları ve Açıklamalar 495
Çalışma Soruları 497
Çalışma Sorularının Yanıtları ve Açıklamaları 499
Ek Okumalar 500

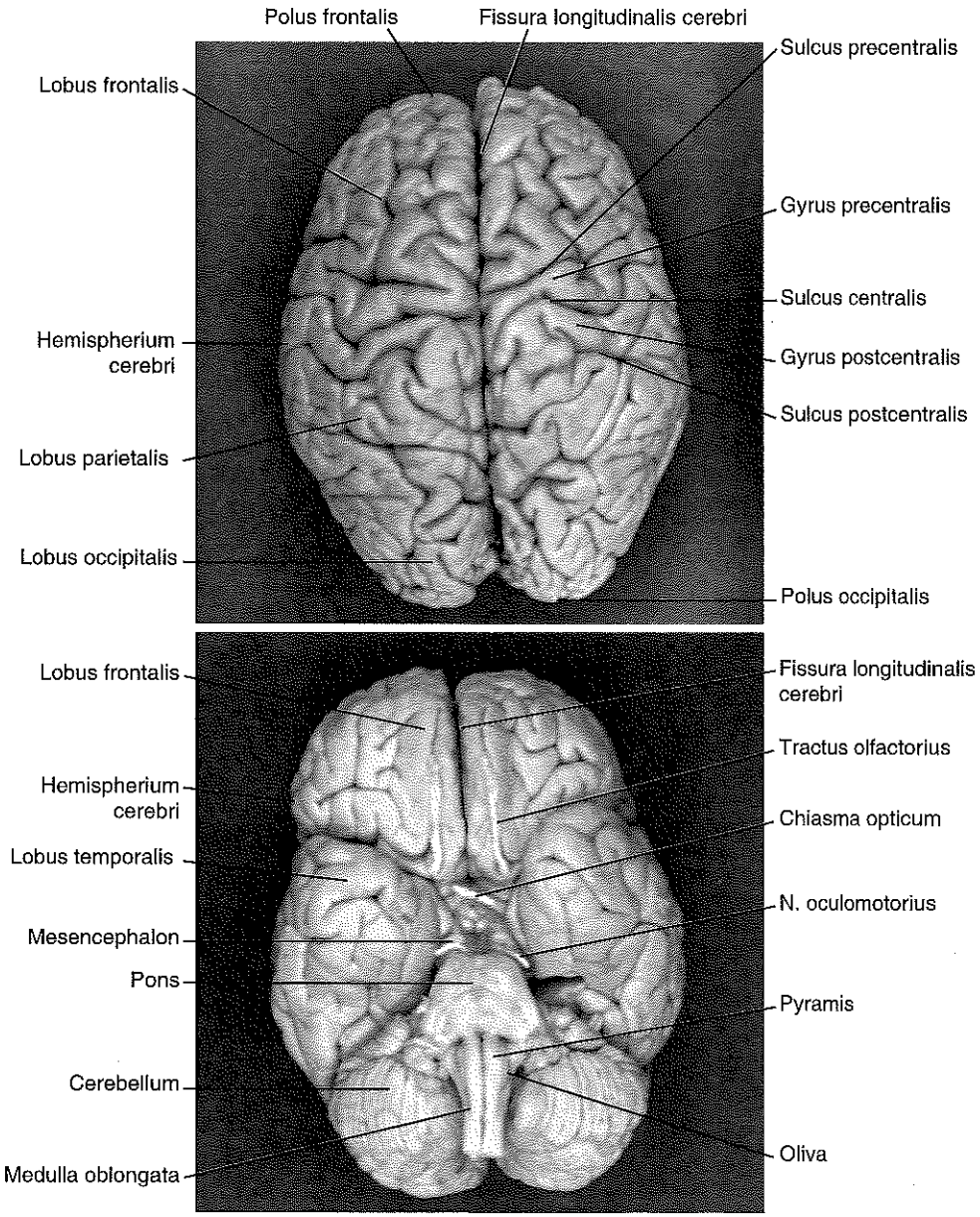
BÖLÜM 18 Sinir Sisteminin Gelişimi 501

Bölümün Hedefleri 502
Medulla Spinalis 502
Encephalon 504
Klinik Bilgiler 512
Klinik Problem Çözümü 516
Klinik Problem Çözümü Yanıtları ve Açıklamalar 516
Çalışma Soruları 516
Çalışma Sorularının Yanıtları ve Açıklamaları 518
Ek Okumalar 519

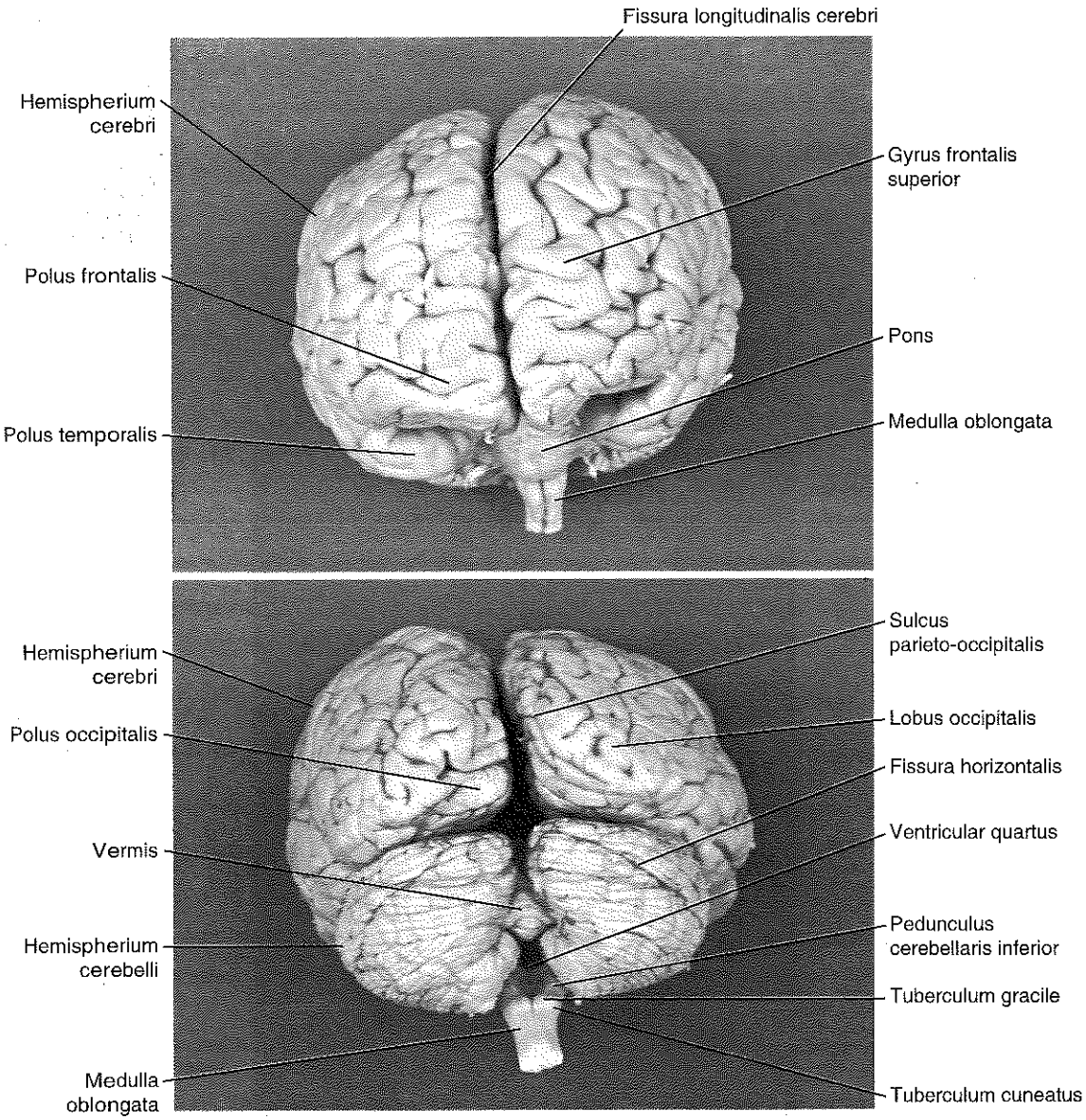
EKLER Klinik Bulguların Önemli Nöroanatomik Verileri 521

İndeks 529

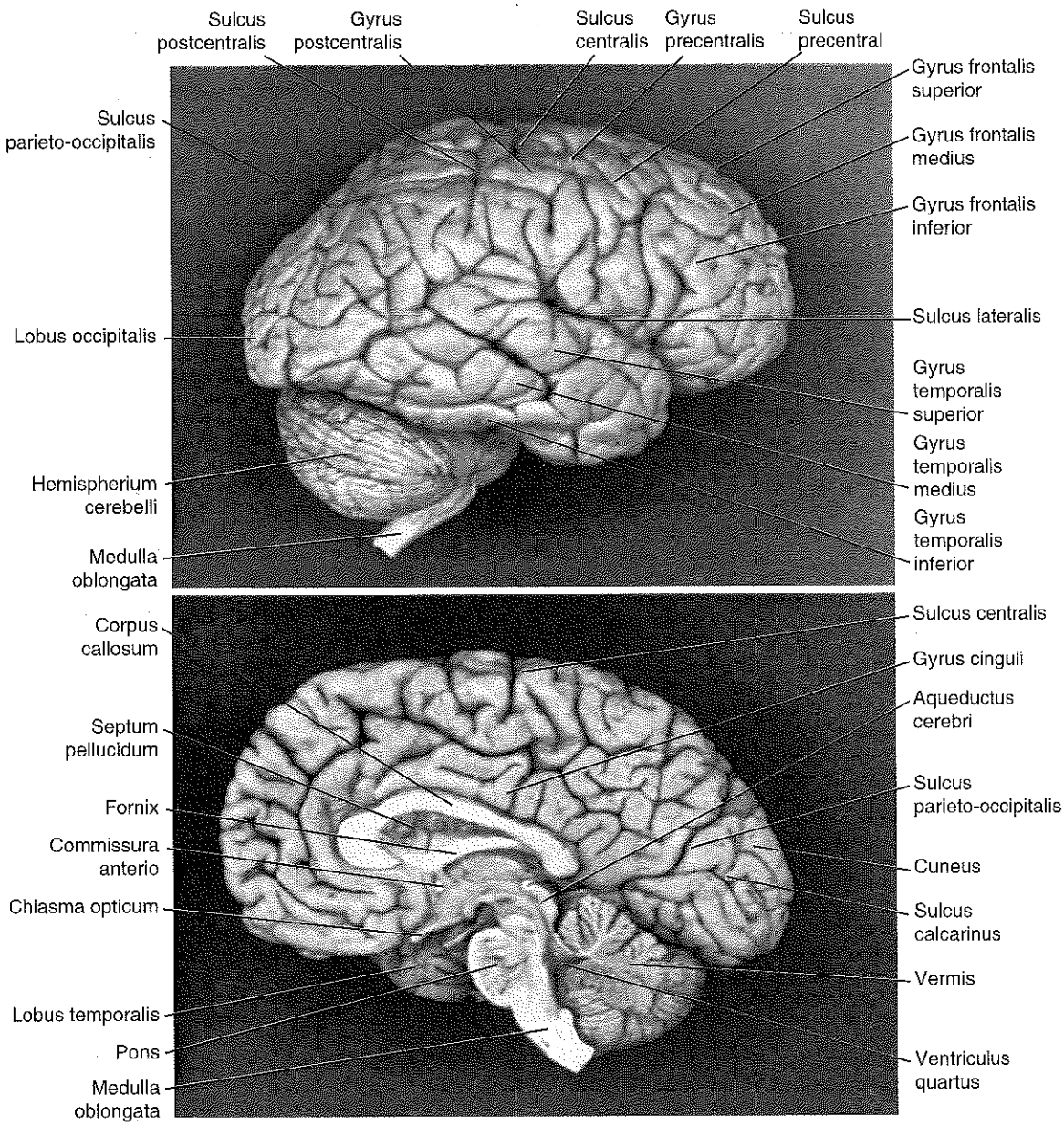
RENKLİ BEYİN ATLASI



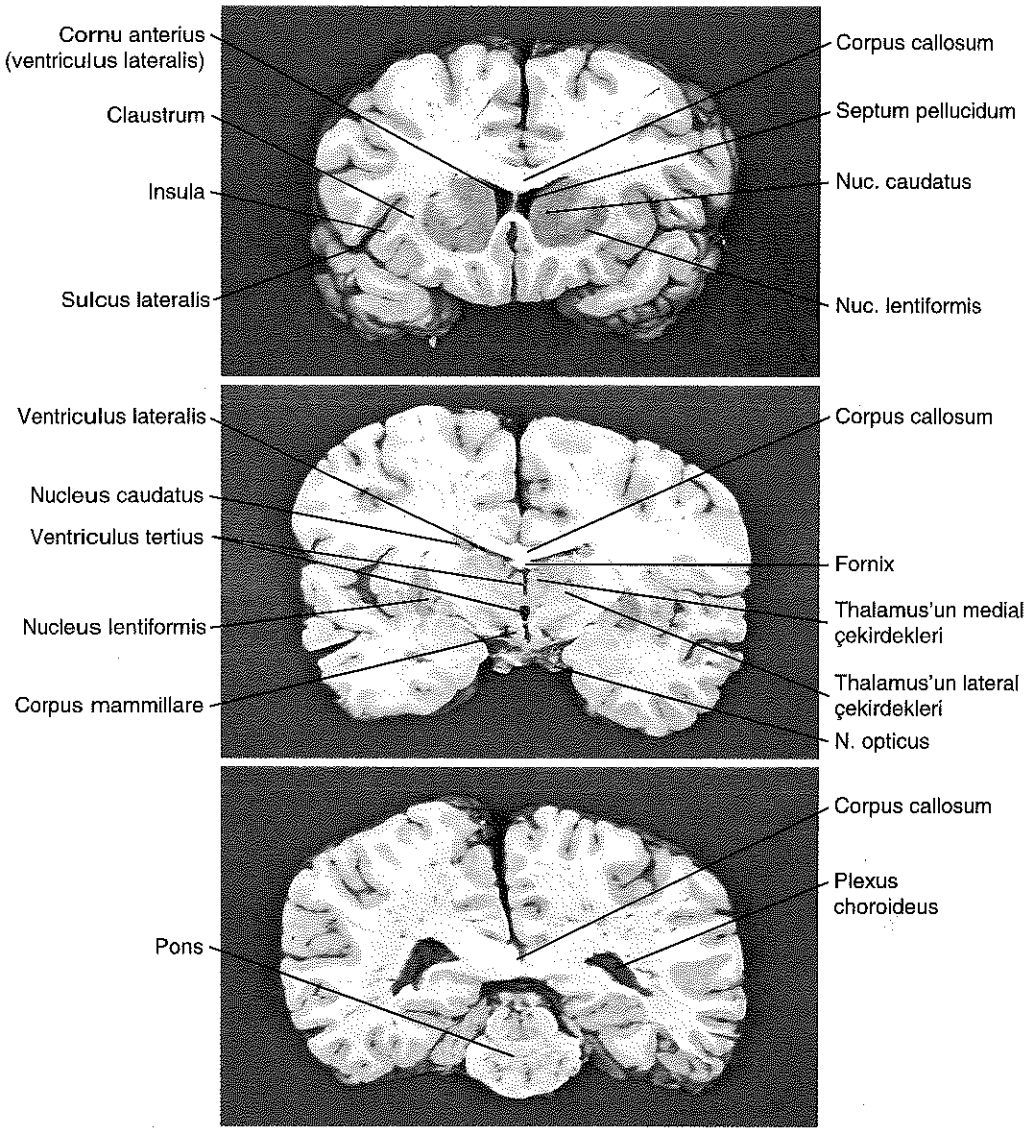
Şekil 1 **Üstte:** Beyinin üstten görünüşü. **Altta:** Beyinin alttan görünüşü.



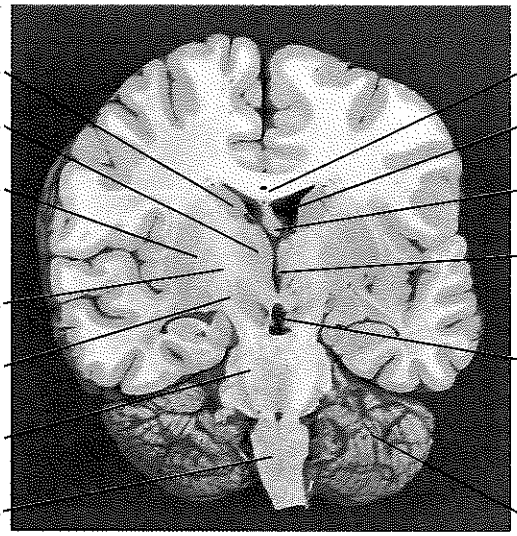
Şekil 2 **Üstte:** Beyinin önden görünüşü. **Altta:** Beyinin arkadan görünüşü.



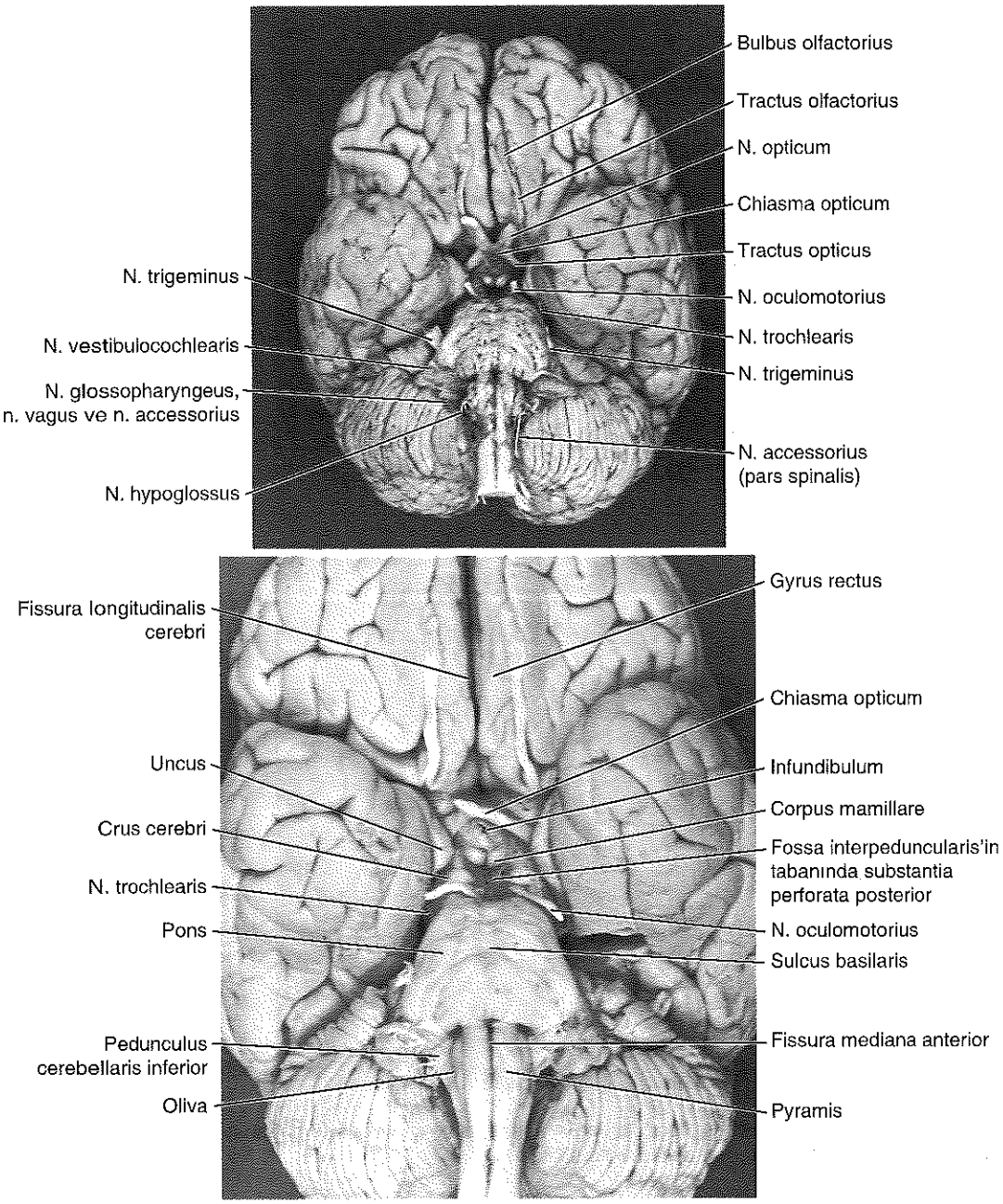
Şekil 3 **Üstte:** Beyinin sağdışyandan görünüşü. **Altta:** Beyinin median sagittal kesisinden sonra sağ içyandan görünüşü.



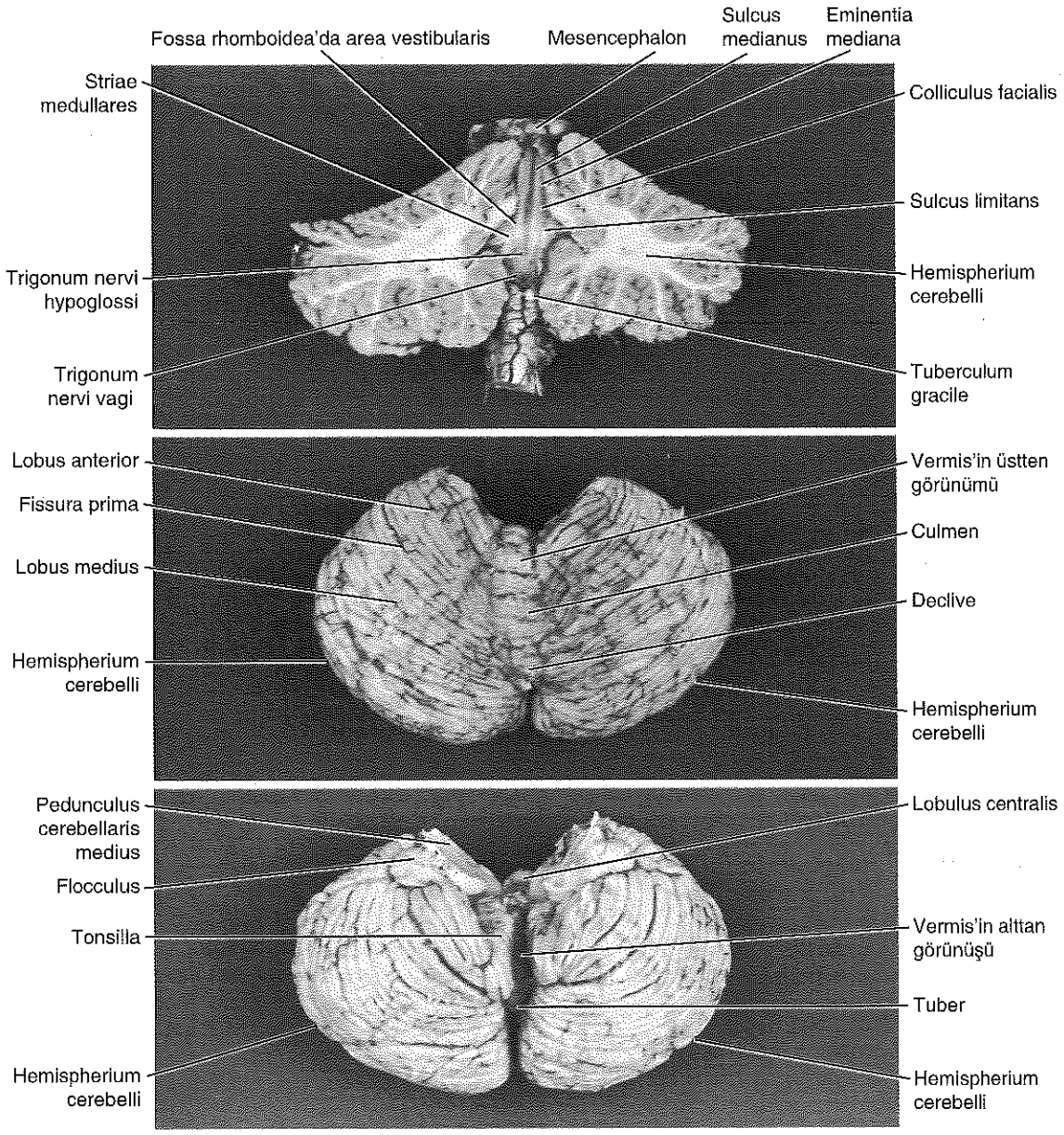
Şekil 4 Beyinin, lateral ventrikülün cornu inferius'undan **(üstte)**, corpora mamillae **(ortada)**, ve pons'tan geçen koronal kesitleri **(altta)**.



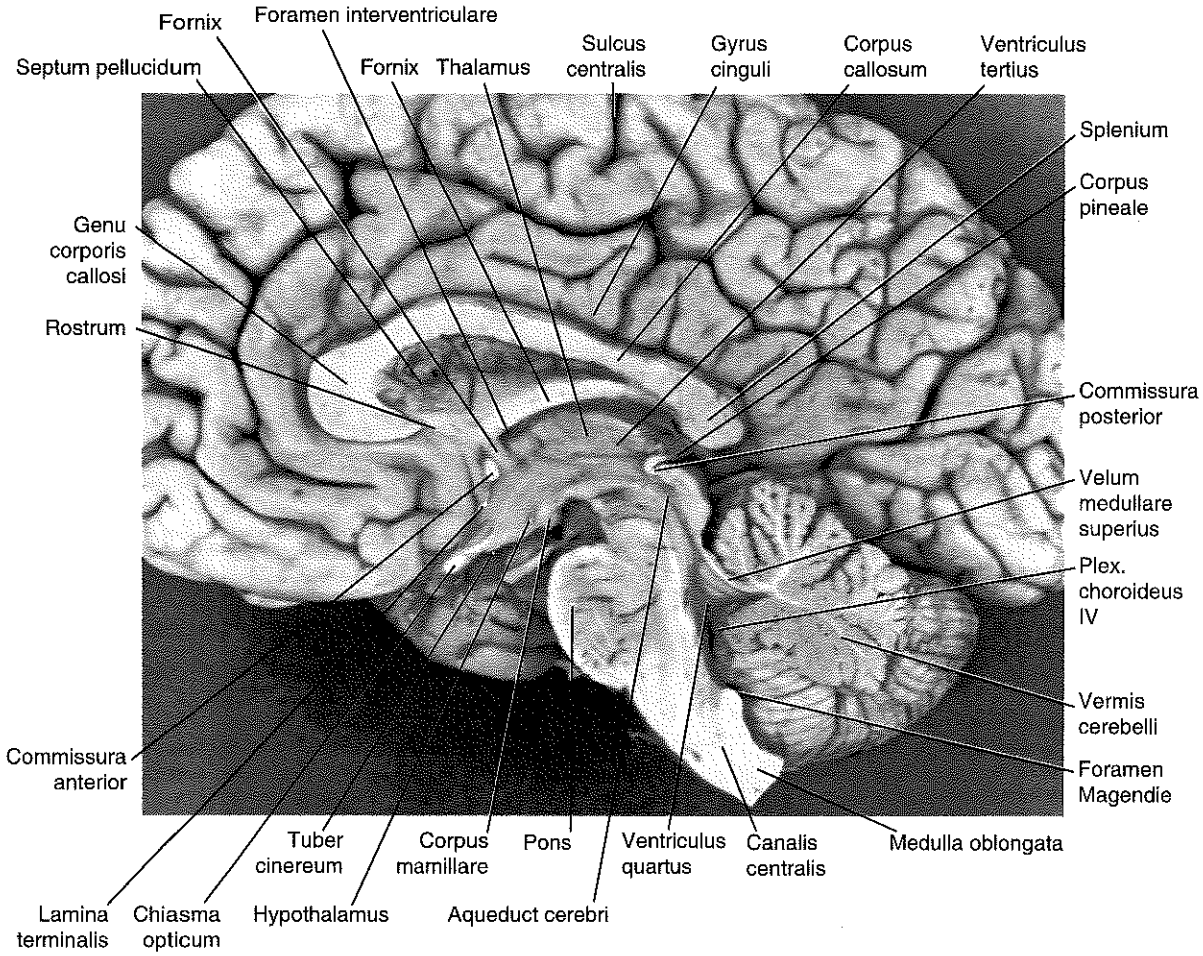
Şekil 5 **Üstte:** Nuc. lentiformis, nuc. caudatus, thalamus ve capsula interna'nın görüldüğü cerebrum'un horizontal kesiti. **Altta:** Beyinin oblik koronal kesiti.



Şekil 6 **Üstte:** Kranial sinirlerin görüldüğü beyinin alt yüzü. N. abducens ve n. facialis görülemez. **Altta:** Beyinin alt yüzünün orta bölümünün büyütülmüş görüntüsü.



Şekil 7 **Üstte:** Beyin sapının arkadan görünümü. Fossa rhomboida'yı ortaya çıkarmak için cerebellum'un büyük bir bölümü kesilmiştir. **Altta:** Sağ-sol serebeller hemisferler ve vermis'in görüldüğü cerebellum'un alttan görünüşü.



Şekil 8 Median sagittal kesiyi takiben beyinin sağ yarımının büyütülmüş medial görüntüsü. Canalis centralis'in devamı, ventriculus quartus, aqueductus cerebri, ventriculus tertius ve foramen interventriculare görülüyor.

BÖLÜM 1

Çeviri: Dr. Mehmet YILDIRIM
Dr. Tania MARUR

SİNİR SİSTEMİNE GİRİŞ VE ORGANİZASYON

Yirmi üç yaşında bir öğrenci arabasıyla partiden dönerken bir ağaca çarpar. Bölge hastanesinin acil servisindeki muayenede, yedinci torakal vertebrada bir fraktür dislokasyonu ile birlikte medulla spinalis'in ciddi hasarına işaret eden bulgu ve semptomlar saptanmıştır. Daha sonra sol bacakta paralizisi olduğu görülmüştür. Deri duyusu muayenesinde, sol tarafta abdominal duvar boyunca uzanan umbilicus düzeyinde bir bant şeklinde kutaneal hiperestezi (artmış duyu) ortaya konmuştur. Bunun hemen altında hastanın ince bir bant anestezisi ve analjezisi olduğu görülmüştür. Sağ tarafta, umbilicus'un altındaki karın duvarı ve tüm sağ bacağın derisini kapsayan total analjezi, termoanestezi ve parsiyel temas duyusu kaybı saptanmıştır.

Bir doktor anatomi bilgisiyle, yedinci torakal vertebranın fraktür dislokasyonunun onuncu torakal omurilik segmentini zedelediğini bilir. Torakal bölgedeki foramen vertebrale'nin küçük olmasından dolayı böyle bir yaralanma mutlaka omuriliği zedeler. Çeşitli omurilik segmentlerinin hangi omur düzeylerine uyduğunu bilmek tıp doktoruna olası nörolojik bozukluğu bulmasında yardımcı olur. Her iki taraftaki eşit olmayan duyu ve motor kaybı, omuriliğin sol yarımının kesilmiş olduğuna işaret eder. Anestezi ve analjezi bandı omuriliğin onuncu torakal segment düzeyinde sol tarafın zedelendiğini gösterir; omuriliğe giren afferent lifler bu noktada kopmuştur. Sağ tarafta umbilicus düzeyinin altında ağrı, ısı ve hafif dokunma duyularının kaybı, omuriliğin sol tarafında tractus spinothalamicus lateralis ve anterior'un kesilmesinin sonucudur.

Bu talihsiz hastanın başına gelenleri kavramak için, medulla spinalis ve onu çevreleyen columna vertebralis arasındaki ilişki ile ilgili bilginin anlaşılması önemlidir. Okuyucu sinir yollarının medulla spinalis boyunca nasıl inip çıktıklarını öğrenirse çeşitli nörolojik bozuklukları anlaması daha da kolaylaşır. Bu bilgi kitabın 4. bölümünde daha detaylı ele alınacaktır.

BÖLÜMÜN HEDEFLERİ

- Sinir sistemini oluşturan ana yapıların temel organizasyonlarını anlamak
- Beyin bölümlerinin üç boyutlu yapısını ve birbirlerine göre pozisyonlarını kavramak

Sinir sistemi ve endokrin sistem vücut fonksiyonlarını kontrol eder. Sinir sistemi temel olarak, görevi duysal uyarıları alan ve onları kas veya bez gibi effektör organlara taşıyan spesifik hücrelerden oluşur (Şek. 1-1). Vücudun içinden veya dışından kaynaklanan uyarılar sinir sistemi içerisinde karşılıklı ilişki içerisinde olup efferent impulslar koordine edilir ve böylece kişinin sağlıklı olması için effektör organların ahenkli olarak çalışması sağlanır. Ek olarak üst düzeydeki canlıların sinir sistemi, geçmiş deneyimlerde elde ettiği duysal bilgileri depolama yeteneğine sahiptir ve bu bilgiler, uygun olduğunda başka sinir impulslarıyla entegre olur ve ortak efferent yola kanalize edilir.

Merkezi ve Periferik Sinir Sistemleri

Sinir sistemi deskriptif amaçla iki ana bölüme ayrılmıştır: Beyin ve omurilikten oluşan **merkezi sinir sistemi** (Şekil 1-2A) ile kranial ve spinal sinirler ve bunların ilgili ganglionlarından oluşan (Tablo 1-1) **periferik sinir sistemi** (Şekil 1-2B).

Merkezi sinir sistemindeki beyin ve omurilik sinirlerle iletilen bilgilerin karşılıklı ilişkisinin ve integrasyonunun gerçekleştiği temel merkezlerdir. Her ikisi de **meninges** adı verilen beyin zarları ile örtülü olup **serebrospinal sıvı** içerisinde yüzer; ayrıca kafatası ve columna vertebralis'in kemikleri ile korunur (Şek. 1-3).

Merkezi sinir sistemi, **nöron** adı verilen uyarılabilen nitelikteki çok sayıda sinir hücresi ve bunların çıkıntılarından oluşmuştur. Bu hücreler **nöroglia** adlı spesifik doku ile korunmuştur (Şek. 1-4). Bir sinir hücresinin uzun çıkıntısına **akson** veya **sinir lifi** denir.

Merkezi sinir sisteminin iç kısmı gri cevher (substantia grisea) ve beyaz cevher (substantia alba) olarak organize olmuştur. **Gri cevher**, nöroglia içerisinde yerleşmiş sinir hücre gövdeleri içerir; rengi gridir. **Beyaz cevher**, nöroglia ile sarılı sinir liflerinden oluşur; çoğu sinir lifinin miyelin kılıfındaki lipid maddesinden dolayı rengi beyazdır.

Periferik sinir sisteminde sinir lifi demetleri veya aksonlar içeren kranial ve spinal sinirler, merkezi sinir sistemine veya buradan çevreye bilgi taşırlar.

Vücudun farklı bölümlerine uzanırken fibröz kılıflarla çevrili olmalarına karşın relatif korunmasızdırlar ve sıklıkla travmalarda zedelenirler.

Otonom Sinir Sistemi

Otonom sinir sistemi, sinir sisteminin bir bölümü olup kalp, düz kas ve bezler gibi vücuttaki istem dışı çalışan yapıların innervasyonuyla ilgilenir. Merkezi ve periferik sinir sistemi boyunca dağılmıştır. Otonom sinir sistemi **sempatik** ve **parasempatik** olarak iki bölüme ayrılır. Her iki bölümde de afferent ve efferent sinir lifleri bulunur. Otonom sinir sisteminin sempatik bölümü vücudu ani tehlikelere karşı hazırlar. Otonom sinir sisteminin parasempatik bölümünün aktiviteleri enerji depolama yönündedir.

Merkezi Sinir Sisteminin Temel Bölümleri

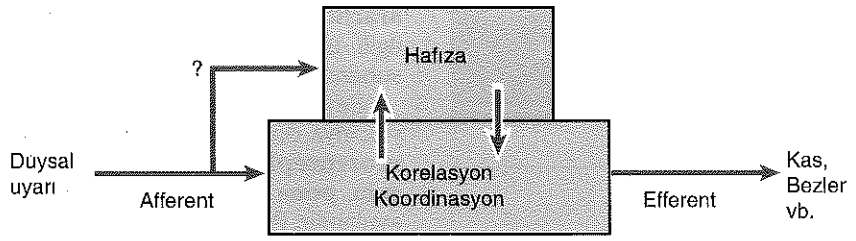
Medulla spinalis (omurilik) ve encephelon (beyin) ile ilgili detaylı bilgilere geçmeden önce bu yapıların temel özelliklerini ve bunların birbirleriyle olan genel ilişkilerini anlamak gerekir (Tablo 1-1).

Medulla Spinalis (Omurilik)

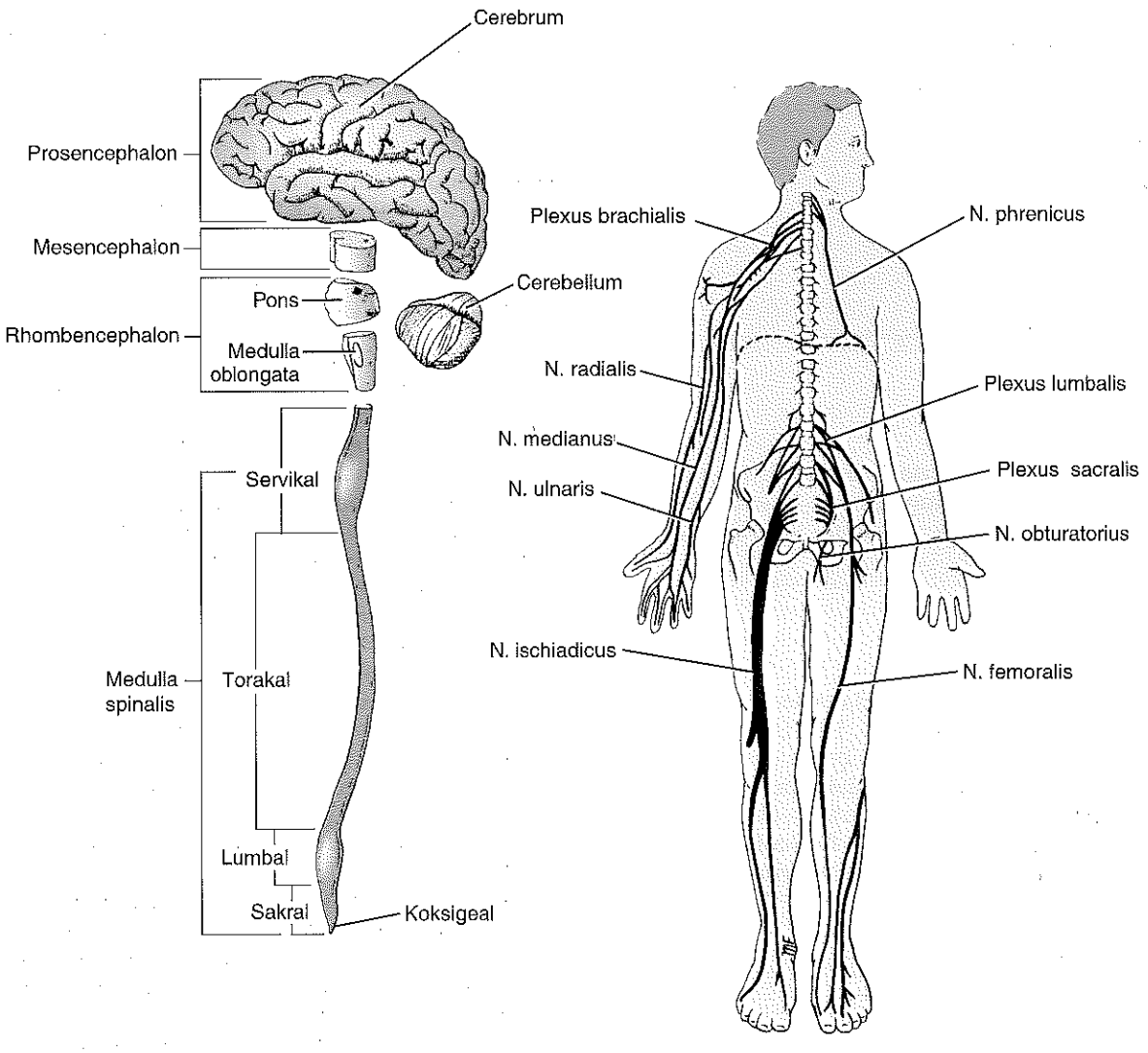
Medulla spinalis columna vertebralis içerisinde yerleşmiş olup üç meninges ile sarılıdır (Şek. 1-3A, 1-5 ve 1-6): **dura mater, arachnoidea mater** ve **pia mater**. Ek olarak, medulla spinalis **subaraknoid aralıkta** yer alan **serebrospinal sıvı** ile de korunur.

Medulla spinalis (omurilik) kabaca silindir şeklinde bir yapı olup (Şek.1-6) yukarıda kafatasındaki foramen magnum'da başlar. Burada beynin **medulla oblongata** bölümü ile devam eder (Şek. 1-5. ve 1-6). Aşağıda lumbal bölgede sonlanır. Omurilik aşağıya doğru incelerek **conus medullaris**'i oluşturur. Conus medullaris'in apeksinden pia mater uzantısı olan **filum terminale** aşağıya doğru uzanarak coccyx'in arkasına tutunur (Şek. 1-5B).

31 çift spinal sinir, **radix anterior** veya **radix motoria** ile ve **radix posterior** veya **radix sensoria** ile omuriliğin tüm uzunluğu boyunca tutunmuştur (Şek. 1-6 ve 1-7). Her bir kök omuriliğinin ilgili segmentinin tüm uzun-



Şekil 1-1 Afferent duysal uyarıların hafıza merkezi, korelasyon - koordinasyon merkezleri ve ortak efferent yolla ilişkisi.



Şekil 1-2 **A:** Merkezi sinir sisteminin temel bölümleri. **B:** Periferik sinir sisteminin bölümleri (kranial sinirler gösterilmemiştir).

Tablo 1-1 Merkezi ve Periferik Sinir Sisteminin Temel Bölümleri

Merkezi Sinir Sistemi
Encephalon
Prosencephalon
Cerebrum
Diencephalon
Mesencephalon
Rhombencephalon
Medulla oblongata
Pons
Cerebellum
Medulla spinalis
Segmenta cervicales
Segmenta thoracicae
Segmenta lumbales
Segmenta sacrales
Segmenta coccygeales
Periferik Sinir Sistemi
Nervi craniales ve ilgili ganglionları—12 çift olan kranial sinirler kafatasındaki deliklerden geçerler.
Nervi spinales ve ilgili ganglionları —31 çift olan spinal sinirler foramina intervertebralia ile columna vertebralis'ten çıkarlar.
8 Nervi cervicales
12 Nervi thoracici
5 Nervi lumbales
5 Nervi sacrales
1 Nervus coccygeus

luğu boyunca **fila radicularia** ile omuriliğe tutunmuştur. Her bir arka kökte **ganglion spinale** bulunur. Bu ganglionun hücreleri periferik ve santral sinir lifi uzantıları verir.

Medulla Spinalis'in Yapısı

Omurilik, merkezinde bulunan **gri cevher** ile bunu saran dış **beyaz cevherden** oluşur (Şek. 1-7). Gri cevher transvers kesitlerde canalis centralis'i içeren commisura grisea tarafından birleştirilmiş **columna anterior** ve **columna posterior** bölümleriyle H harfi şeklinde görülür. Beyaz cevher deskriptif amaçla **funiculus anterior**, **funiculus lateralis** ve **funiculus posterior**'a ayrılmıştır (Şek. 1-7).

Encephalon (Beyin)

Beyin (Şek. 1-8), cavitas cranii içerisinde yer alır ve foramen magnum'da medulla spinalis ile devam eder (Şek. 1-6A). Üç meninges ile çevrilidir (Şek 1-3): **dura mater**, **arachoidea mater** ve **pia mater**. Bu örtüler omuriliğin ilgili meningesleriyle devam eder. Serebrospinal sıvı subaraknoid aralıkta beyni sarar.

Beyin üç temel bölüme ayrılır. Bunlar omurilikten yukarıya doğru **rhombencephalon**, **mesencephalon** ve **prosencephalon**. Rhombencephalon **medulla oblongata**, **pons** ve **cerebellum** olmak üzere üç alt bölüme ayrılabilir. Prosencephalon da merkez bölümünü oluşturan **diencephalon** (ara beyin) ve **cerebrum**'a ayrılır. Beyin sapı (medulla oblongata, pons ve mesencephalon için ortak terim=**truncus cerebri**) serebral hemisferler ve cerebellum uzaklaştırıldığında beynin geriye kalan bölümüdür.

Rhombencephalon

Medulla Oblongata

Medulla oblangata, koni şeklinde olup yukarıda pons'a aşağıda medulla spinalis'e bağlar (Şek. 1-9). **Nuclei** adı verilen çok sayıda çekirdek içerir ve inen-çıkan sinir lifleri için bir geçit oluşturur.

Pons

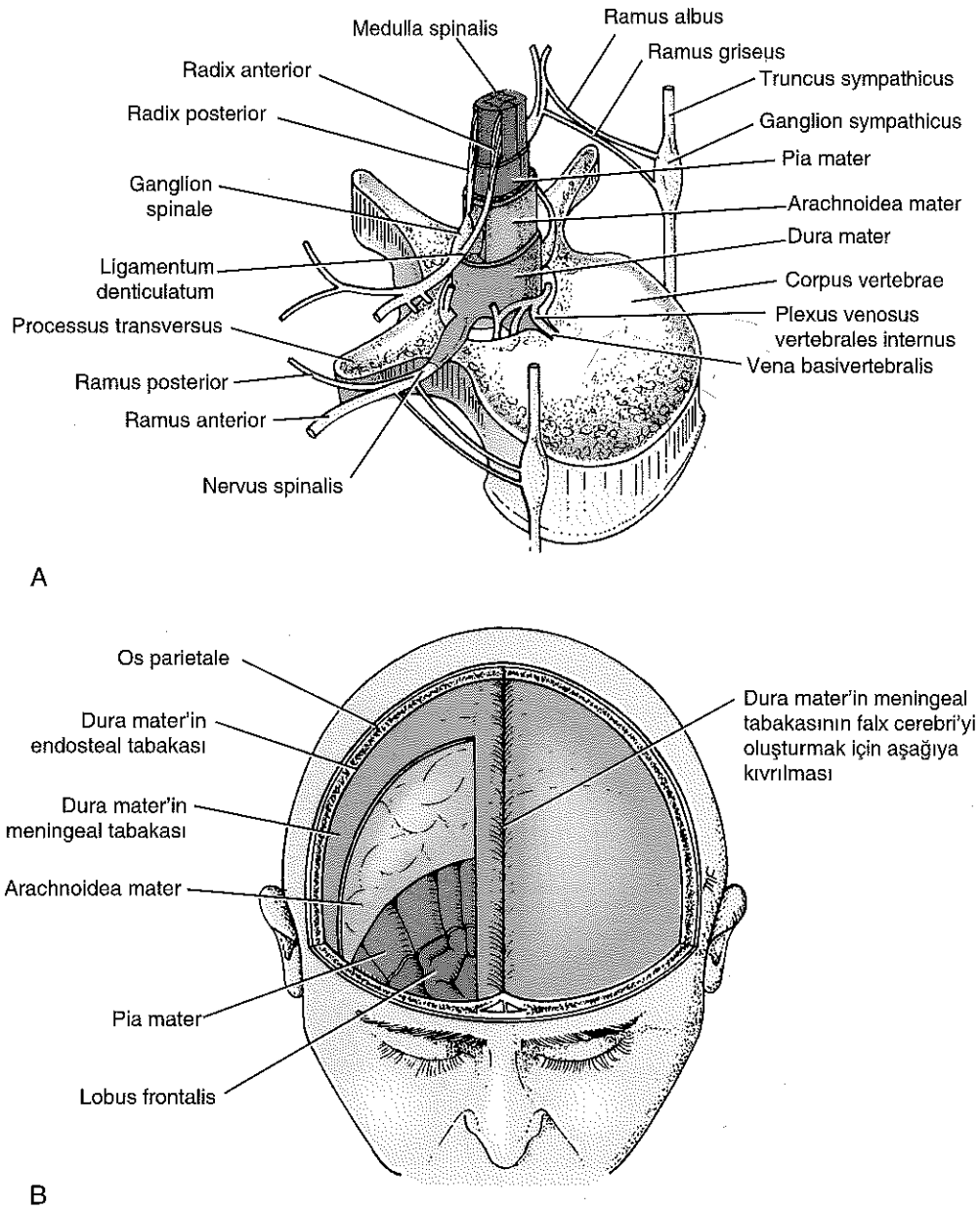
Pons, cerebellum'un önünde, mesencephalon'un altında ve medulla oblongata'nın üstünde yerleşmiştir (Şek. 1-9 ve 1-10). Pons veya köprü adını iki serebellar hemisferi birleştiren ön yüzündeki transvers liflerden almaktadır. Bu yapı da çok sayıda çekirdek ve inen-çıkan sinir lifleri içerir.

Cerebellum

Cerebellum, fossa cranii posterior içinde pons'un ve medulla oblongata'nın arkasında yerleşmiştir (Şek. 1-8'den ve 1-10'a). Cerebellum iki hemisfer ve orta bölümü olan **vermis**'ten oluşur. Cerebellum mesencephalon'a **pedunculus cerebellaris superior** ile, pons'a **pedunculus cerebellaris medius** ve medulla oblongata'ya **pedunculus cerebellaris inferior** ile bağlanmıştır (Bkz. Şek. 6-9). Pedünküller, cerebellum'u sinir sisteminin geriye kalan bölümlerine bağlayan geniş sinir lifi hüzmelerinden oluşur.

Her bir serebellar hemisferin yüzeyel tabakasına **cortex** denir. Cortex gri cevherden oluşur (Şek. 1-12). Serebellar korteks birbirine yakın transvers yarıklarla (fissura cerebelli) birbirinden ayrılmış katlantılar (folia cerebelli) şeklindedir. Cerebellum'un beyaz cevheri içine yerleşmiş belli gri cevher kitleleri bulunur; bunlardan en büyüğü **nucleus dentatus** olarak bilinir (Bkz. Şek. 6-7).

Medulla oblongata, pons ve cerebellum'un çevrelediği ve serebrospinal sıvı ile dolu olan boşluk dördüncü ventriküldür (**ventriculus quartus**). Ventrikül, aquaductus cerebri ile yukarda üçüncü ventriküle bağlanır; aşağıda ise omuriliğin canalis centralis'i ile devam eder (Şek. 1-11 ve 1-12). Dördüncü ventrikül tavanın alt bölümünde yer alan üç açıklıkla subaraknoid aralığa bağlanır. Bu açıklıklar sayesinde merkezi sinir sistemi içerisindeki serebrospinal sıvı subaraknoid aralığa ulaşır.



Şekil 1-3 **A:** Medulla spinalis'in koruyucu örtüleri. **B:** Beynin koruyucu örtüleri.

Mesencephalon

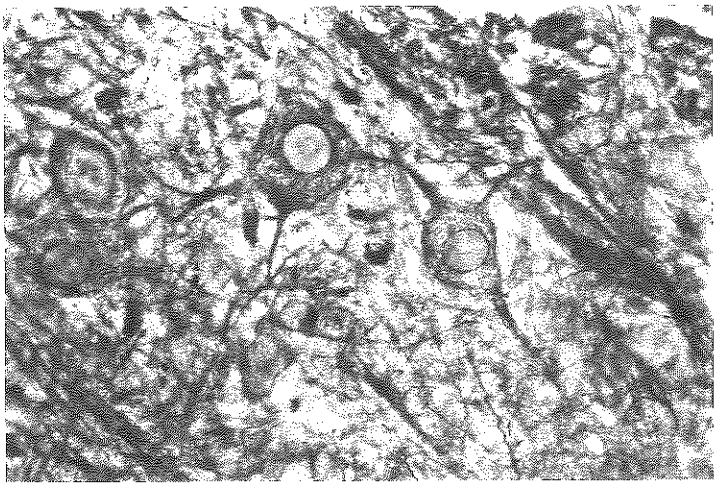
Mesencephalon beynin dar bölümü olup prosencephalon'u rhombencephalon'a bağlar (Şek. 1-2A ve 1-11). Mesencephalon'un dar boşluğu üçüncü ventrikülü dördüncü ventriküle bağlayan **aqueductus cerebri**'dir (Şek. 1-11). Bu yapı çok sayıda çekirdek ve inen-çıkan sinir lifi hüzmeleri içerir.

Diencephalon

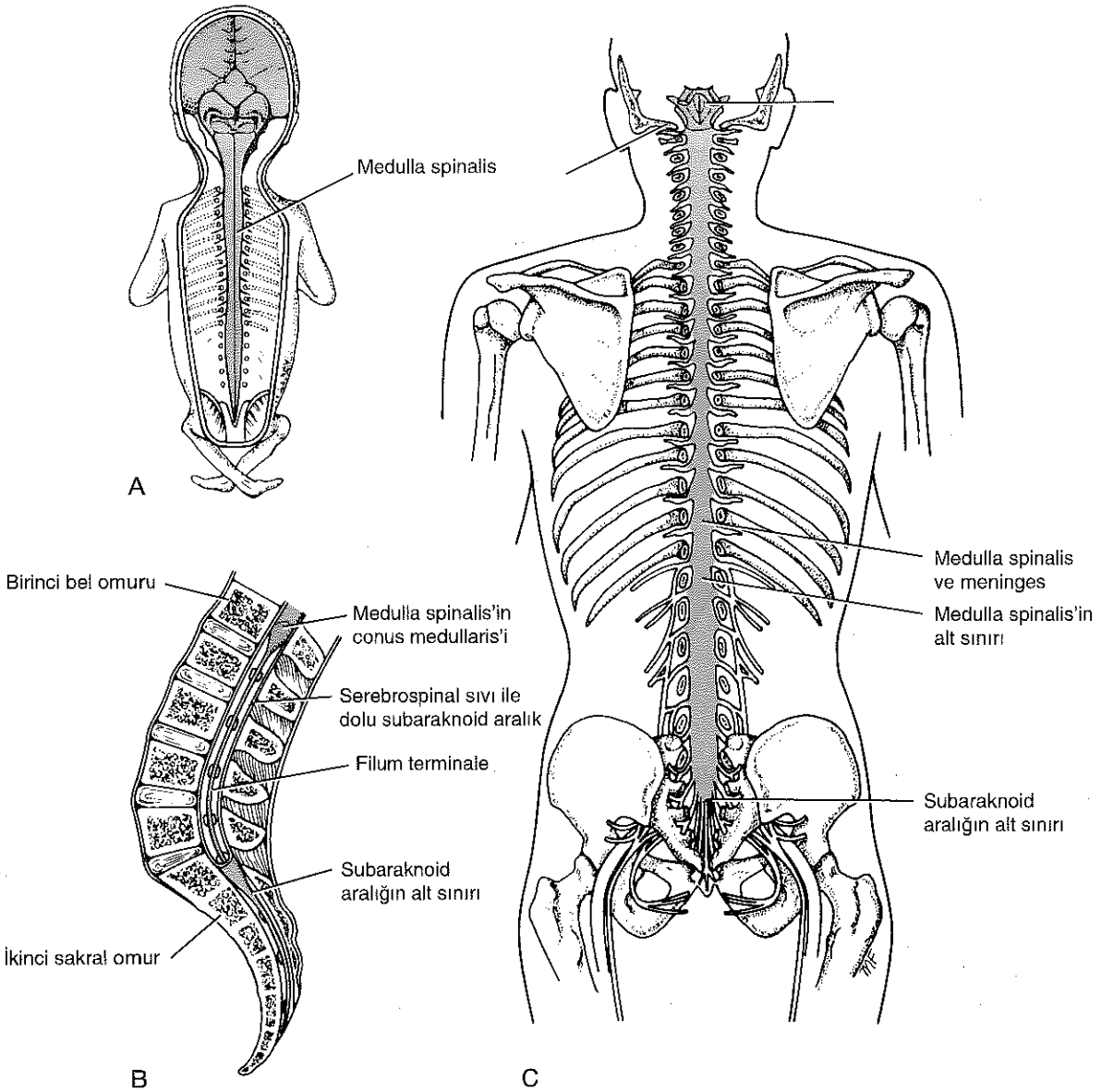
Diencephalon hemen hemen bütünüyle beynin yüzeyi tarafından örtülmüştür. Diencephalon dorsalde **thalamus** ve ventralde **hypothalamus**'tan oluşur (Şek. 1-11). Thalamus büyük yumurta şeklinde bir gri cevher kitlesi olup üçüncü ventrikülün her iki yanında yer alır. Thalamus'un ön ucu, üçüncü ve lateral ventriküller arasındaki açıklık olan **foramen interventriculare**'nin arka sınırını oluşturur. Hypothalamus üçüncü ventrikülün lateral duvarının alt bölümünü ve tabanını yapar (Şek. 1-11).

Cerebrum

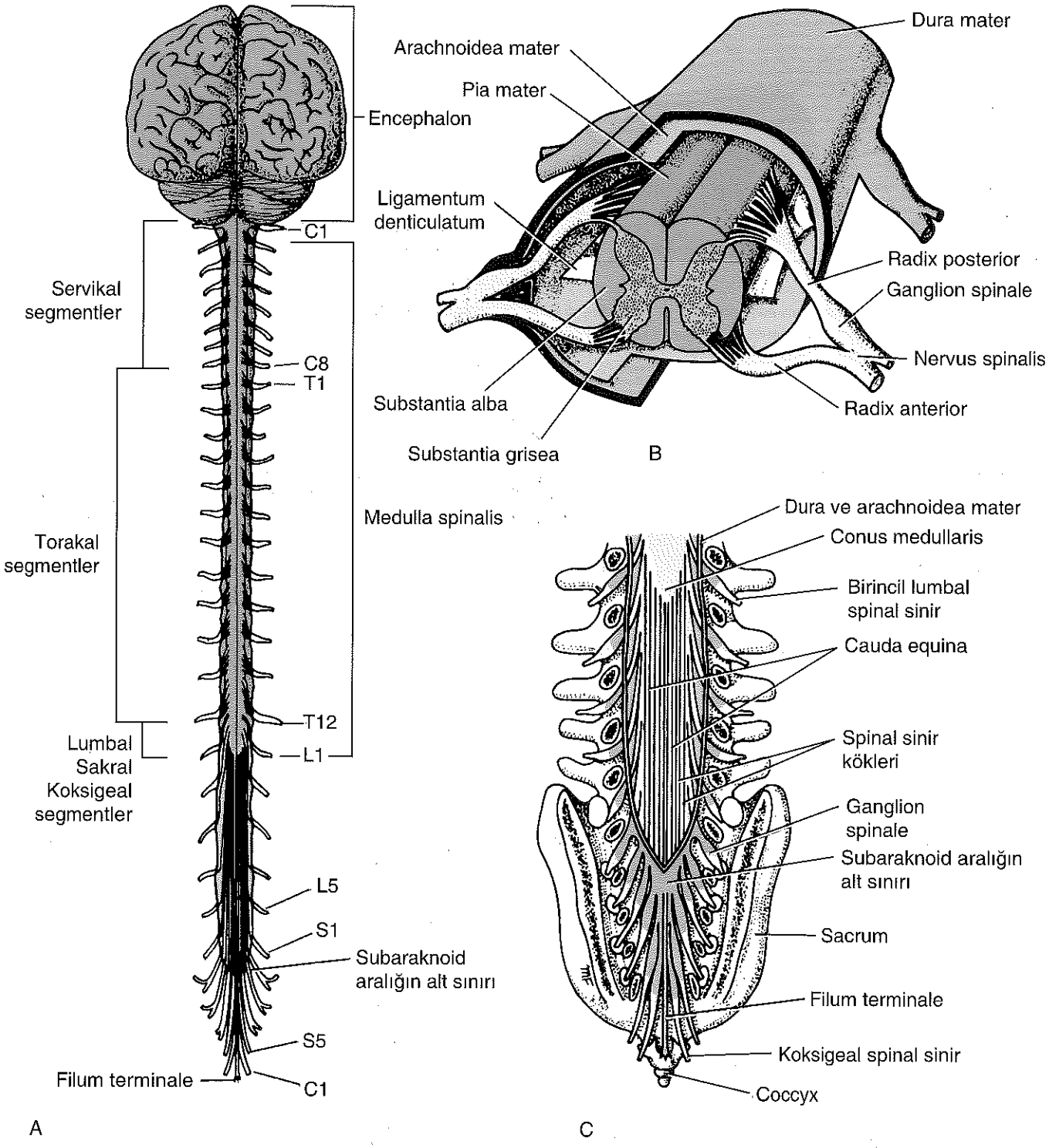
Cerebrum, beynin en büyük bölümü olup, bir beyaz cevher kitlesi olan **corpus callosum**'un birleştirdiği iki serebral hemisferden oluşur (Şek. 1-10 ve 1-11). Her bir hemisfer, fossa cranii anterior ve media'nın üstünde os



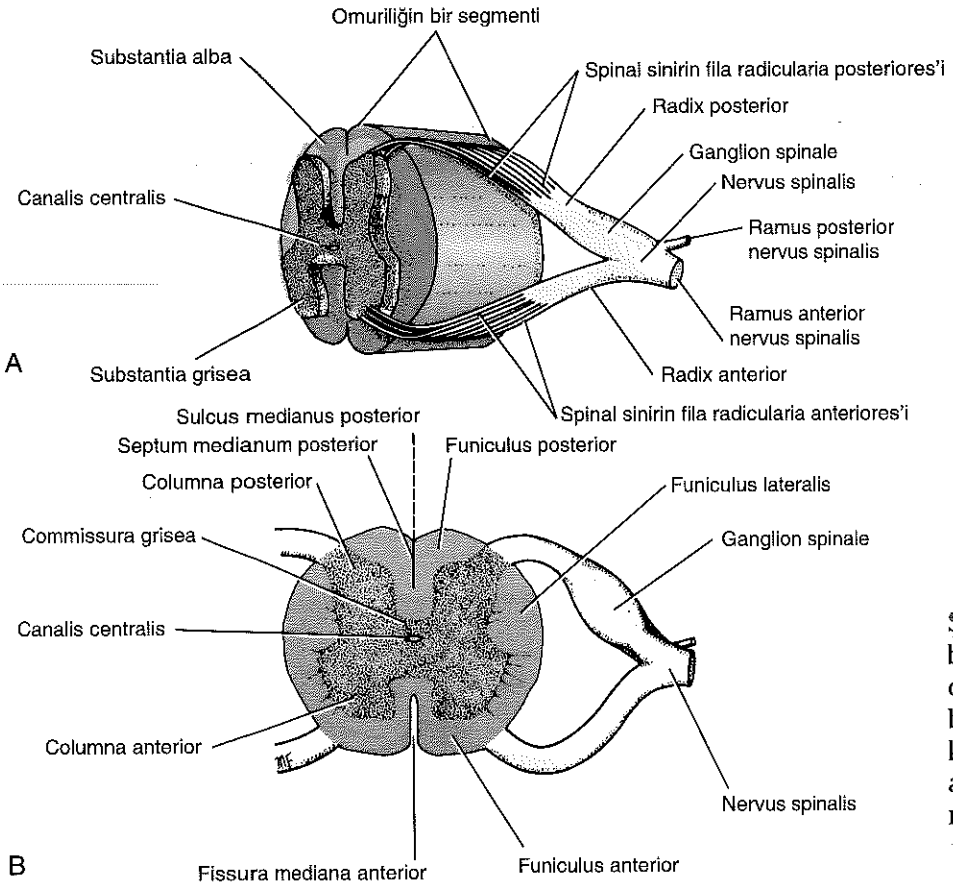
Şekil 1-4 Nöroglia ile çevrili birçok büyük sinir hücresinin fotomikrografisi.



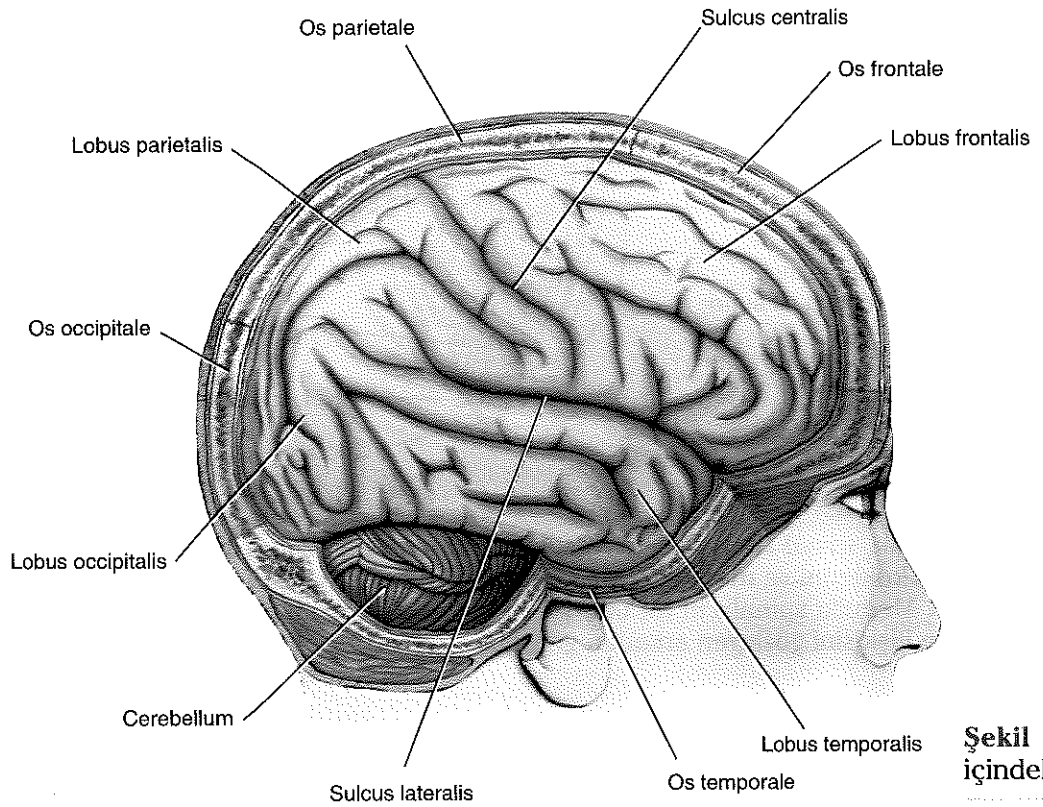
Şekil 1-5 **A.** Fetusun beyin ve omuriliğinin arkadan görünüşü. Medulla spinalis'in columna vertebralis'in tüm uzunluğu boyunca uzandığına dikkat edin. **B.** Erişkinde medulla spinalis'in birinci bel omurunun alt kenarı hizasında sonlandığını gösteren columna vertebralis'in sagittal kesiti. **C.** Çevreleyen yapılara olan komşuluğu gösteren erişkin medulla spinalis ve meninges.



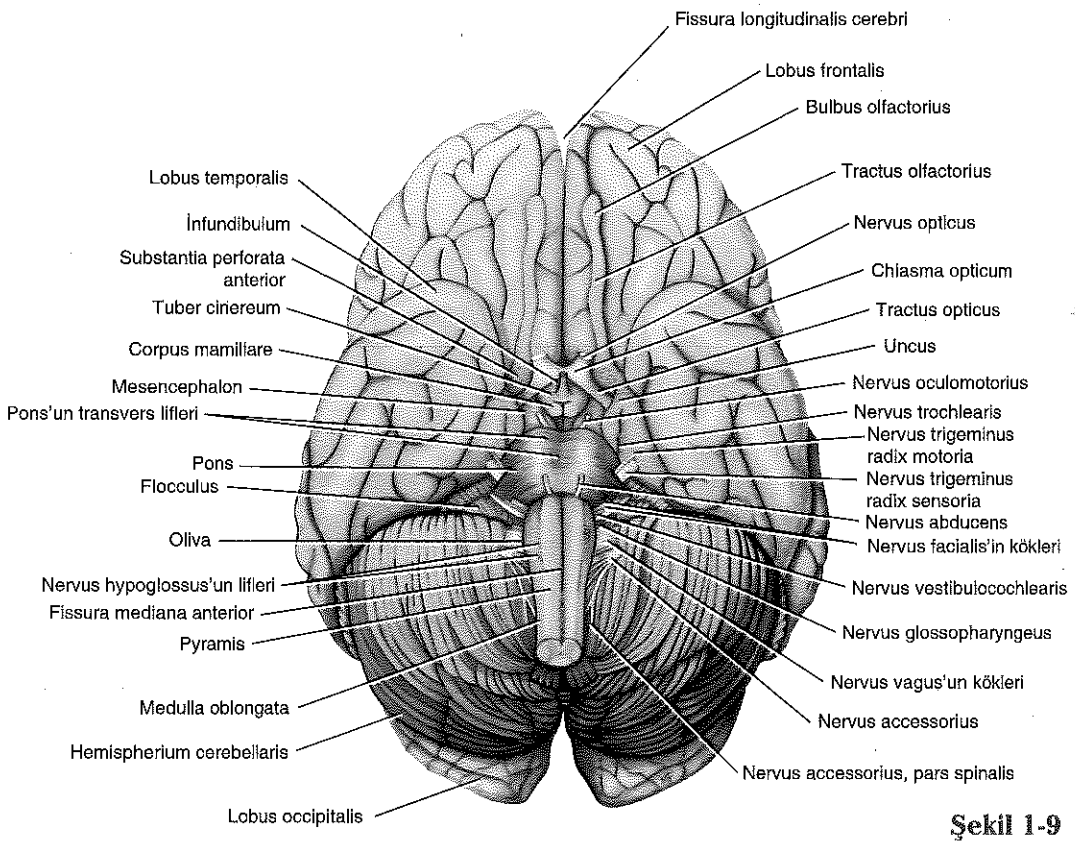
Şekil 1-6 **A.** Beyin, omurilik, spinal sinir kökleri ve spinal sinirlerin arkadan görünüşü. **B.** Spinal sinirlerin ön ve arka köklerini ve meninksleri gösteren medulla spinalis'in torakal bölgeden transvers kesiti. **C.** Medulla spinalis'in alt ucu ve cauda equina'nın lumbal omurlar, sacrum ve coccyx ile olan ilişkisini gösteren arkadan görünüş.



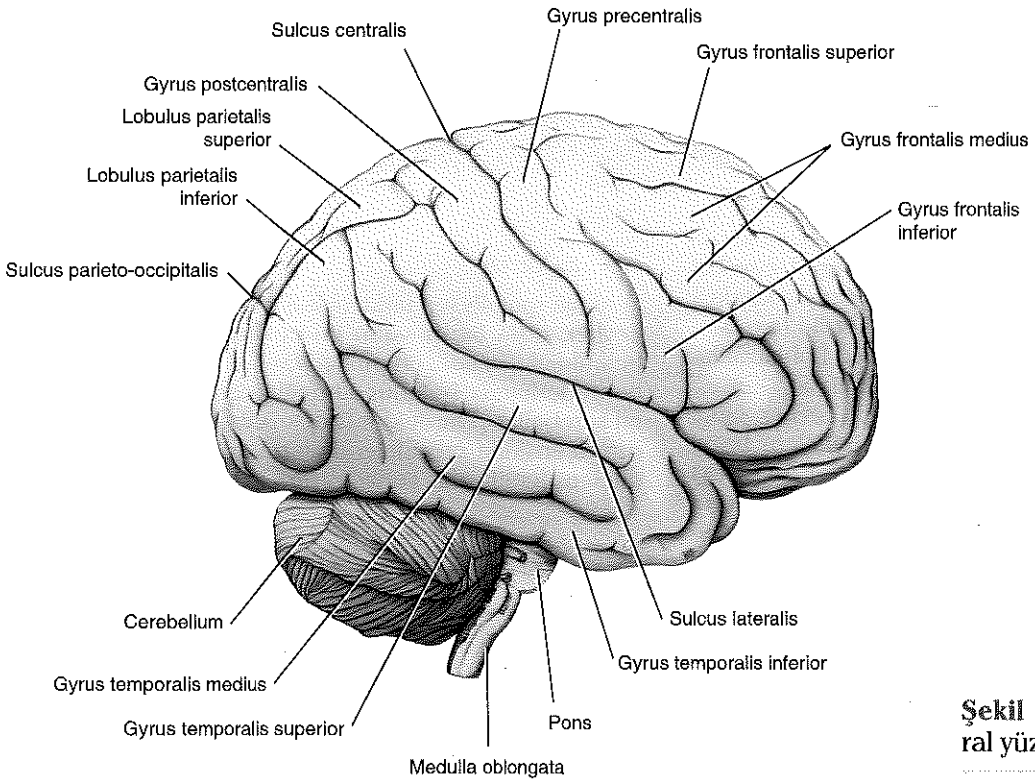
Şekil 1-7 **A.** Omuriliğin bel bölümünün transvers kesiti, oblik görünüş. **B.** Omuriliğin bel bölümünün transvers kesiti, bir spinal sinirin ön ve arka kökünün üstten görünüşü.



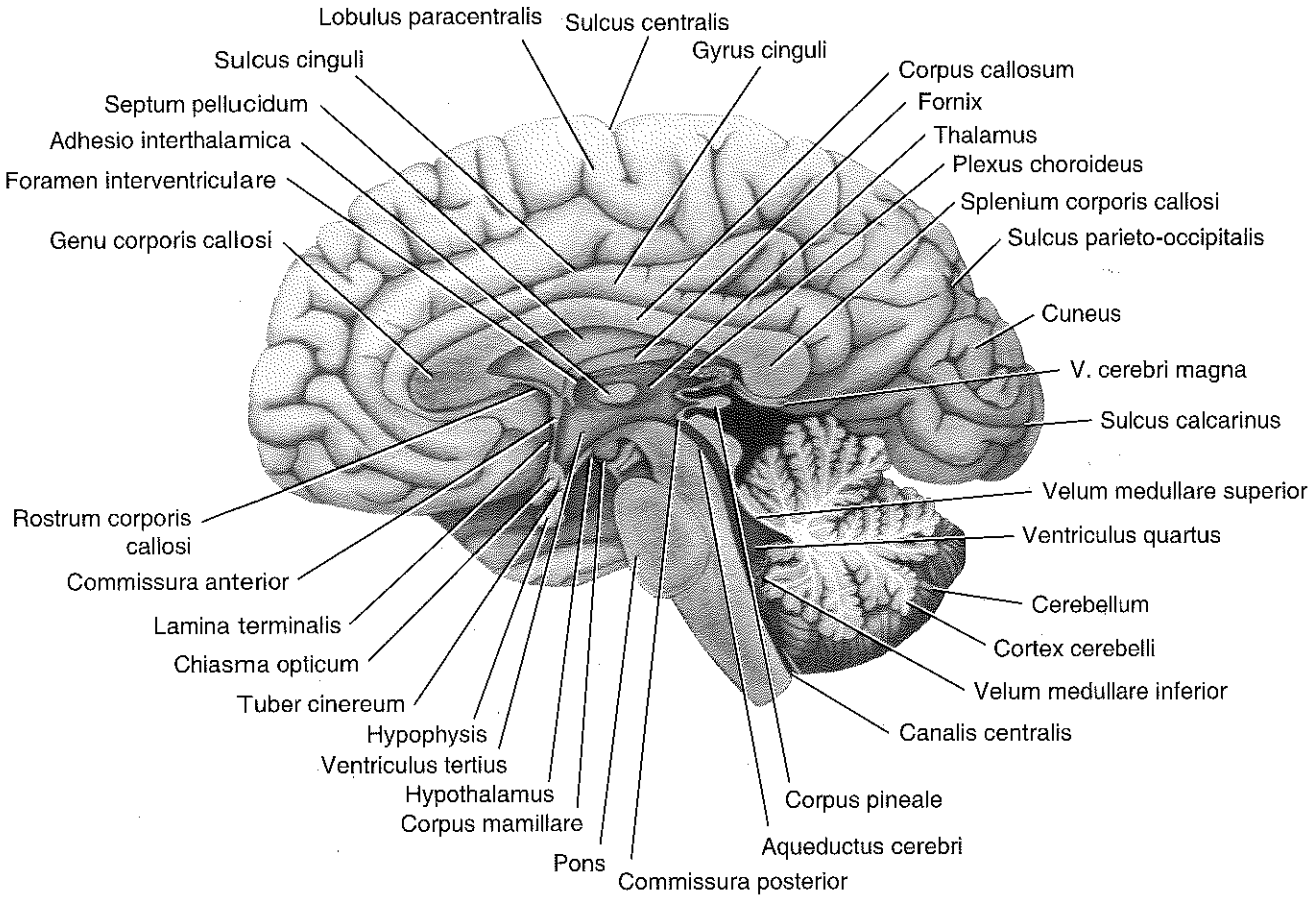
Şekil 1-8 Beynin kafatası içindeki lateral görünüşü.



Şekil 1-9 Beynin alttan görünüşü.



Şekil 1-10 Beynin sağ lateral yüzden görünüşü.



Şekil 1-11 Ventriculus tertius, aqueductus cerebri ve ventriculus quartus'u göstermek için yapılan beynin medial sagittal kesiti.

frontale'den os accipitale'ye kadar uzanır; arkada cerebrum tentorium cerebelli'nin üstünde yer alır (Bkz. Şek. 15-3). Hemisferler, derin bir yarık olan ve içinde **falx cerebri'nin** bulunduğu **fissura longitudinalis cerebri** ile birbirinden ayrılmıştır (Bkz. Şek. 15-1).

Her bir hemisferin yüzeyindeki **cortex** tabakası gri cevherden oluşur. Cortex cerebri birbirinden oluklarla veya **sulci cerebri** ile ayrılmış kabartılar- **gyri cerebri** içerir (Şek. 1-10). Bu sayede beynin yüzeyi oldukça genişletilmiştir. Bu oluklardan bir kısmı her iki hemisferin yüzeyini **loblara** ayırmak için kullanılır. Loblar altlarında yer aldıkları kemiklere göre adlandırılırlar.

Hemisferlerin içindeki merkezi beyaz cevher farklı büyüklükte gri cevher kitleleri içerir. Bu kitlelere bazal ganglionlar veya **bazal çekirdekler (nuclei basales)** denir. Yelpaze şeklinde bir sinir lifi demeti olan **corona radiata** (Şek. 1-13), serebral korteks ve beyin sapı arasında, beyaz cevher içinde uzanır. Corona radiata bazal ganglionlara yaklaşır ve onların arasında **capsula interna** olarak geçer. Capsula interna'nın medial yüzünde yer alan ve kuyruğu olan çekirdek **nucleus caudatus** (Şek. 1-14) ve capsula interna'nın lateral yüzünde bulunan lens şeklindeki çekirdek **nucleus lentiformis** olarak adlandırılmıştır.

Her iki serebral hemisferin içindeki boşluğa **ventriculus lateralis** denir (Bkz.Şek. 16-2 ve 16-3). Lateral ventriküller **foramina interventricularia** ile üçüncü ventriküle bağlanır.

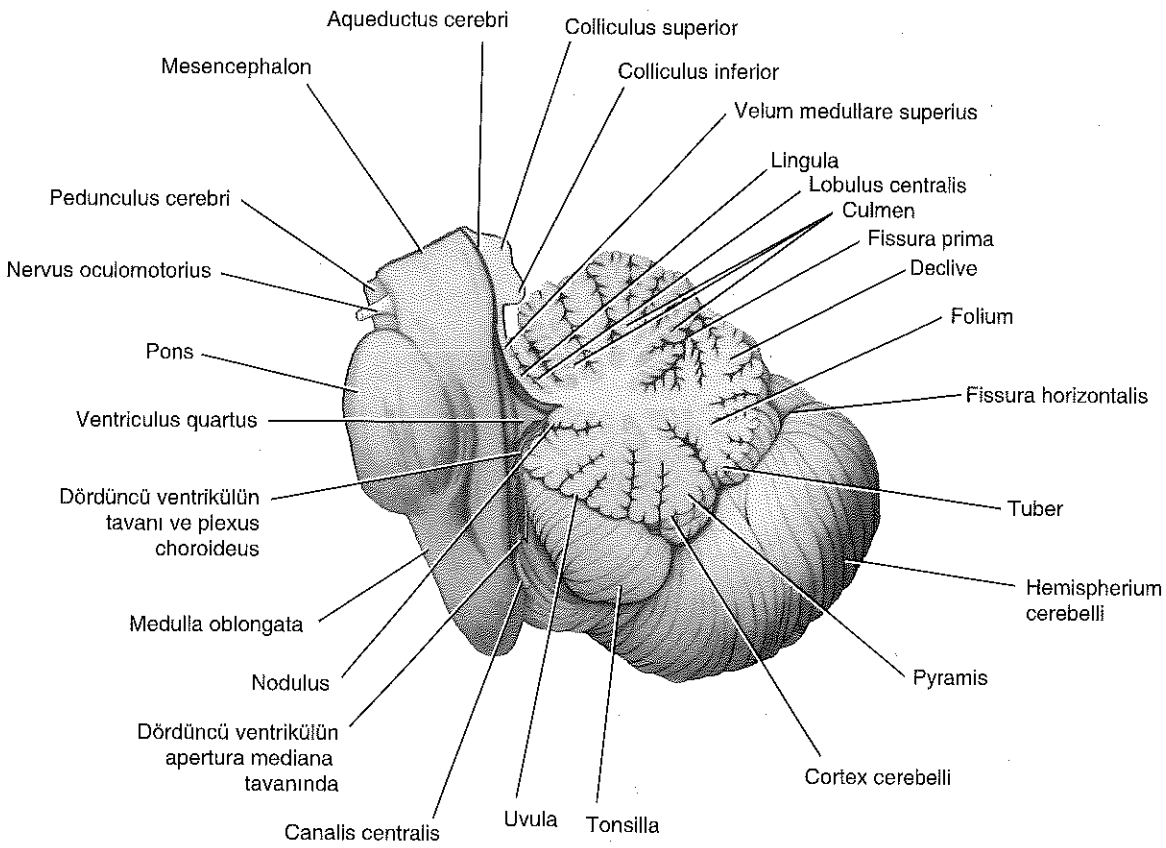
Gelişim sırasında cerebrum çok fazla büyüyerek diencephalon, mesencephalon ve rhombencephalon'u sarar.

Beynin Yapısı

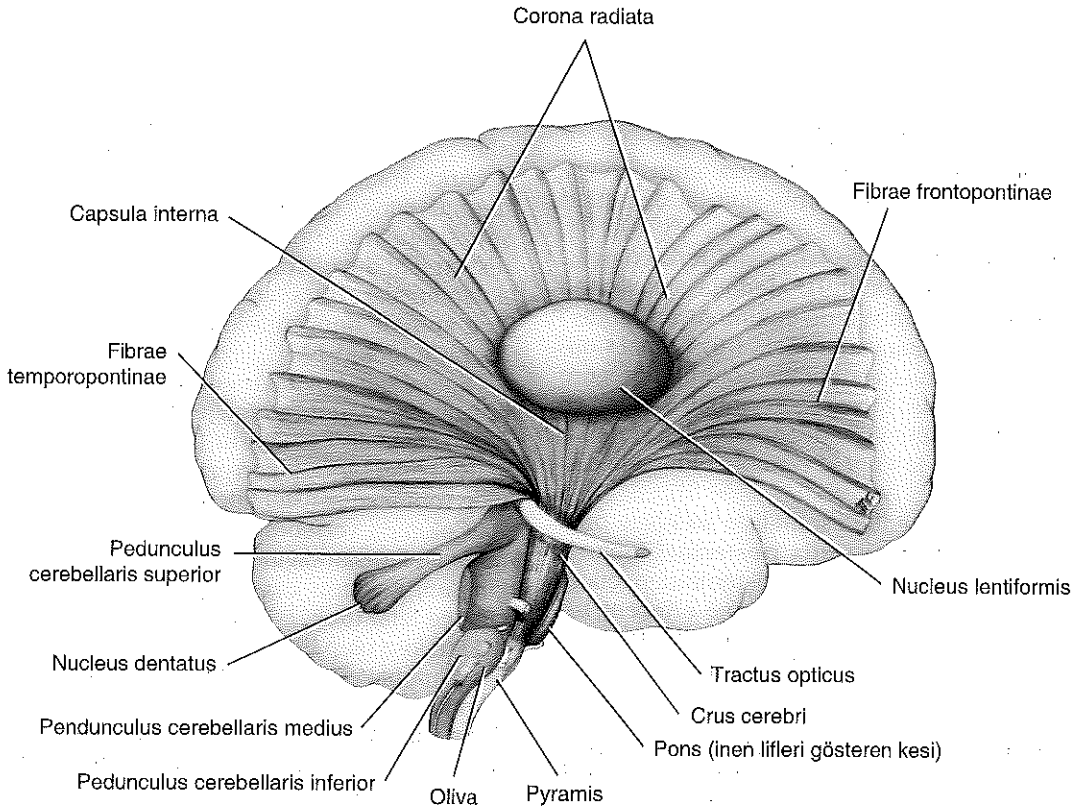
Medulla spinalis'ten farklı olarak beyin iç kısmında beyaz cevher, dışta bunu saran gri cevher'den oluşur. Ancak belirtildiği gibi bazı önemli gri cevher kitleleri beyaz cevherin derininde bulunur. Örneğin cerebellum içerisinde gri serebellar çekirdekler (nuclei cerebellares) ve cerebrum içerisinde gri nuclei thalami, nucleus caudatus ve nucleus lentiformis yerleşmiştir.

Periferik Sinir Sisteminin Temel Bölümleri

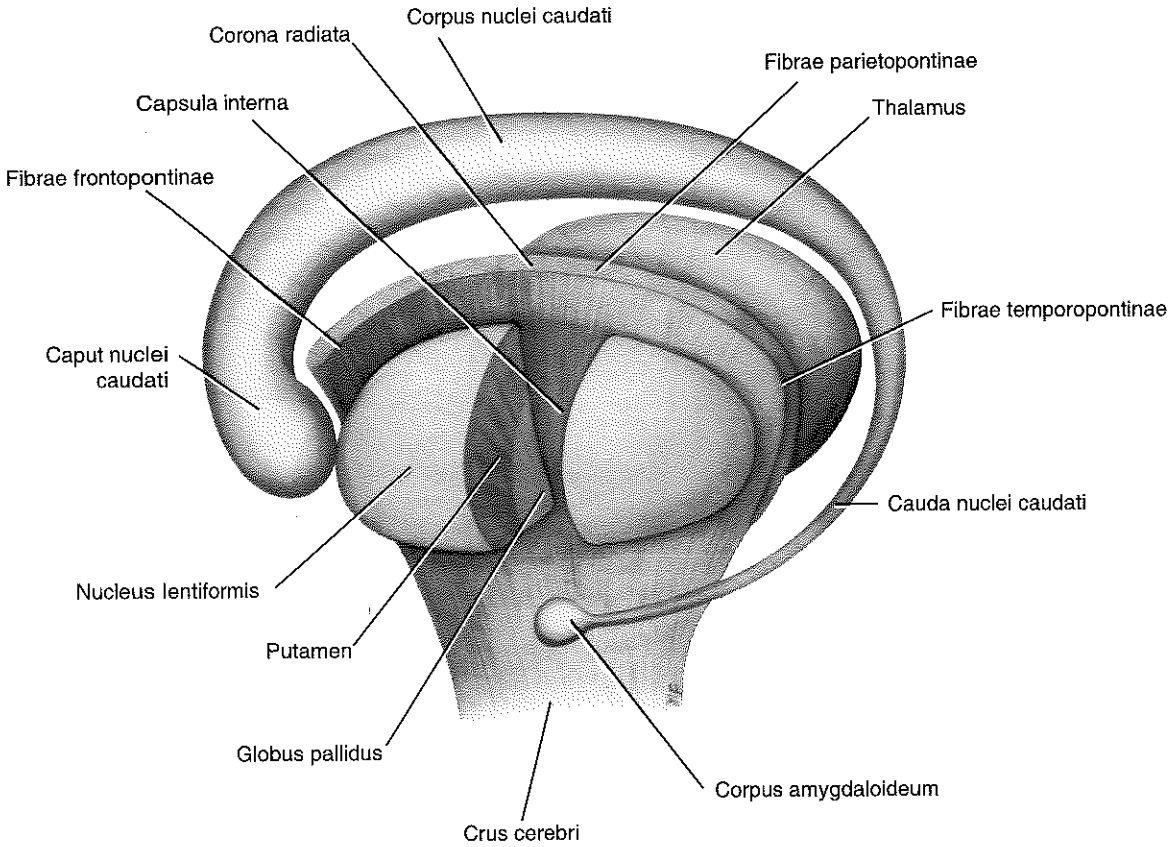
Periferik sinir sistemi kranial ve spinal sinirlerle bunların ilgili ganglionlarından oluşur.



Şekil 1-12 Beyin sapı ve serebellum boyunca yapılan sagittal kesit.



Şekil 1-13 Corona radiata, capsula interna ve pedunculus cerebri'nin crus cerebri'sinin devamlılığını gösteren sağ lateral görüntü. Capsula interna'nın lateralindeki nucleus lentiformis'in yerine dikkat edin.



Şekil 1-14 Nucleus lentiformis, nucleus caudetus, thalamus ve capsula interna'nın lateralden ilişkisini gösteren şekil.

Nervi Craniales ve Nervi Spinales

Kranial ve spinal sinirler disseksiyonda grimsi-beyaz renkte, bağ dokusu ile desteklenmiş sinir lifi demetleri olarak görülür.

Beyinden çıkıp foramina ile kafatasını terk eden 12 çift kranial sinir vardır (Şek. 1-9). Medulla spinalis'ten çıkıp foramen intervertebrale'lerle columna vertebralis'i terk eden 31 çift spinal sinir vardır (Şek. 1-6). Spinal sinirler ilgili oldukları columna vertebralis bölümlerine göre adlandırılırlar; 8 servikal, 12 torasik, 5 lumbal, 5 sakral ve 1 koksigeal. 8 servikal sinir ile sadece 7 servikal vertebra ve 1 koksigeal sinir ile 4 koksigeal vertebra olduğuna dikkat edin.

Her bir spinal sinir medulla spinalis'e iki kökle bağlanmıştır: **Radix anterior** ve **radix posterior**[1] (Şek. 1-6B). Radix anterior, merkezi sinir sisteminden çıkan sinir liflerinden oluşur. Bu tip sinir liflerine **efferent lifler** denir. İskelet kaslarına gidip kontraksiyon sağlayan efferent liflere **motor lifler** denir. Bu liflerin orijin aldığı hücreler medulla spinalis'in cornu anterior'unda yer alır.

Arka kök, **afferent lifler** olarak adlandırılan sinir lifi demetlerinden oluşur . Bu lifler sinir impulslarını merkezi sinir sistemine taşırlar. Afferent lifler temas, ağrı, ısı ve vibrasyon gibi duyuları taşıdıklarından **sensitif lifler** olarak adlandırılırlar. Bu sinir liflerinin hücre gövdeleri, **ganglion spinale** denilen arka kökteki bir kabartı içinde yerleşmiştir (Şek. 1-6).

Spinal sinir kökleri medulla spinalis'ten düzeylerindeki ilgili intervertebral deliğe gelip, burada birleşerek bir nervus spinalis'i oluşturur (Şek. 1-15). Burada motor ve sensitif lifler birleşip karışır; böylece bir spinal sinir mikst olup motor ve sensitif lifler içerir.

Columna vertebralis gelişim sırasında **medulla spinalis** ile kıyaslandığında boyuna uzaması orantısız olduğundan, köklerin uzunlukları yukarıdan aşağıya doğru gittikçe artar (Şek. 1-15). Üst servikal bölgede spinal sinir kökleri kısa olup hemen hemen horizontal olarak uzanır; fakat lumbal ve sakral sinirler omuriliğin bittiği seviyenin altında (erişkinde birinci lumbal vertebraların alt sınırı) **filum terminale**'nin etrafında (Şek. 1-16) vertikal bir sinir yuları oluşturur. Birlikte bu alt sinir köklerine **cauda equina** denir.

Foramen intervertebrale'den çıktıktan sonra her bir sinir hemen büyük bir **ramus anterior**'a ve daha küçük

[1]Çoğu nöroanatomist ayakta dik durumda köklerin ön ve arkada yer almalarına rağmen radix anterior ve radix posterior'u, radix ventralis ve radix dorsalis olarak tanımlıyorlar. Bu muhtemelen ilk temel araştırmaların hayvanlar üzerinde yapılmasından kaynaklanıyor. Ancak öğrenciler her iki terminolojiye de alışmalıdırlar.

bir **ramus posterior**'a ayrılır. Bu dalların her ikisi hem motor hem de sensitif lifler içerir. Ramus posterior, columna vertebralis'in etrafında arkaya geçerek sırtın kaslarını ve derisini innerve eder. Ramus anterior öne doğru devam ederek anterolateral vücut duvarının kasları ile derisini ve tüm ekstremitelerin kasları ile derisini innerve eder.

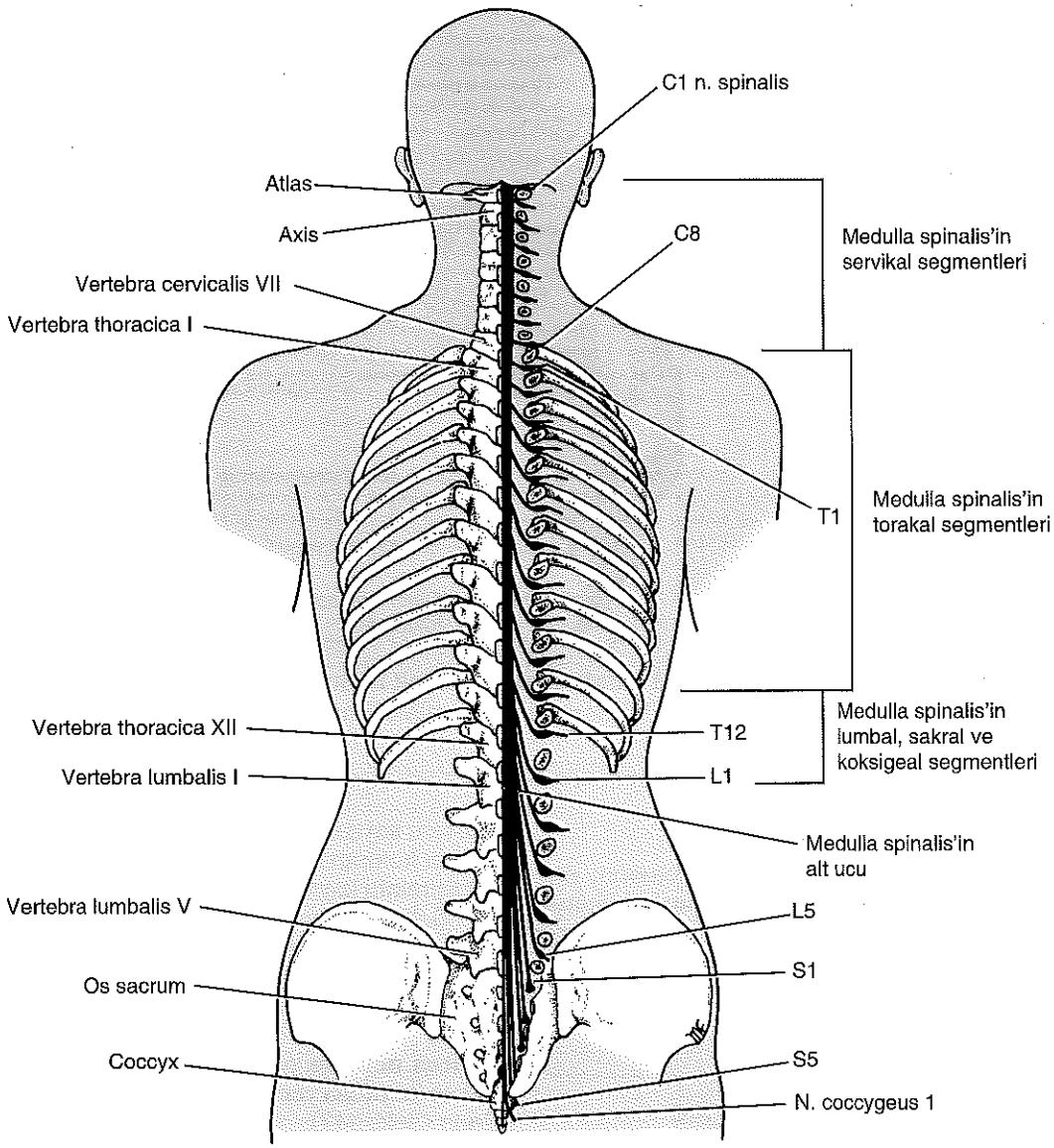
Rami anteriores ekstremitelerin köklerinde birbirleriyle birleşerek karmaşık **sinir pleksusları** oluştururlar (Şek. 1-2B). Plexus **cervicalis ile plexus brachialis** üst ekstremitelerin köklerinde ve **plexus lumbalis ile plexus sacralis** alt ekstrmitelerin köklerinde bulunur.

Ganglia

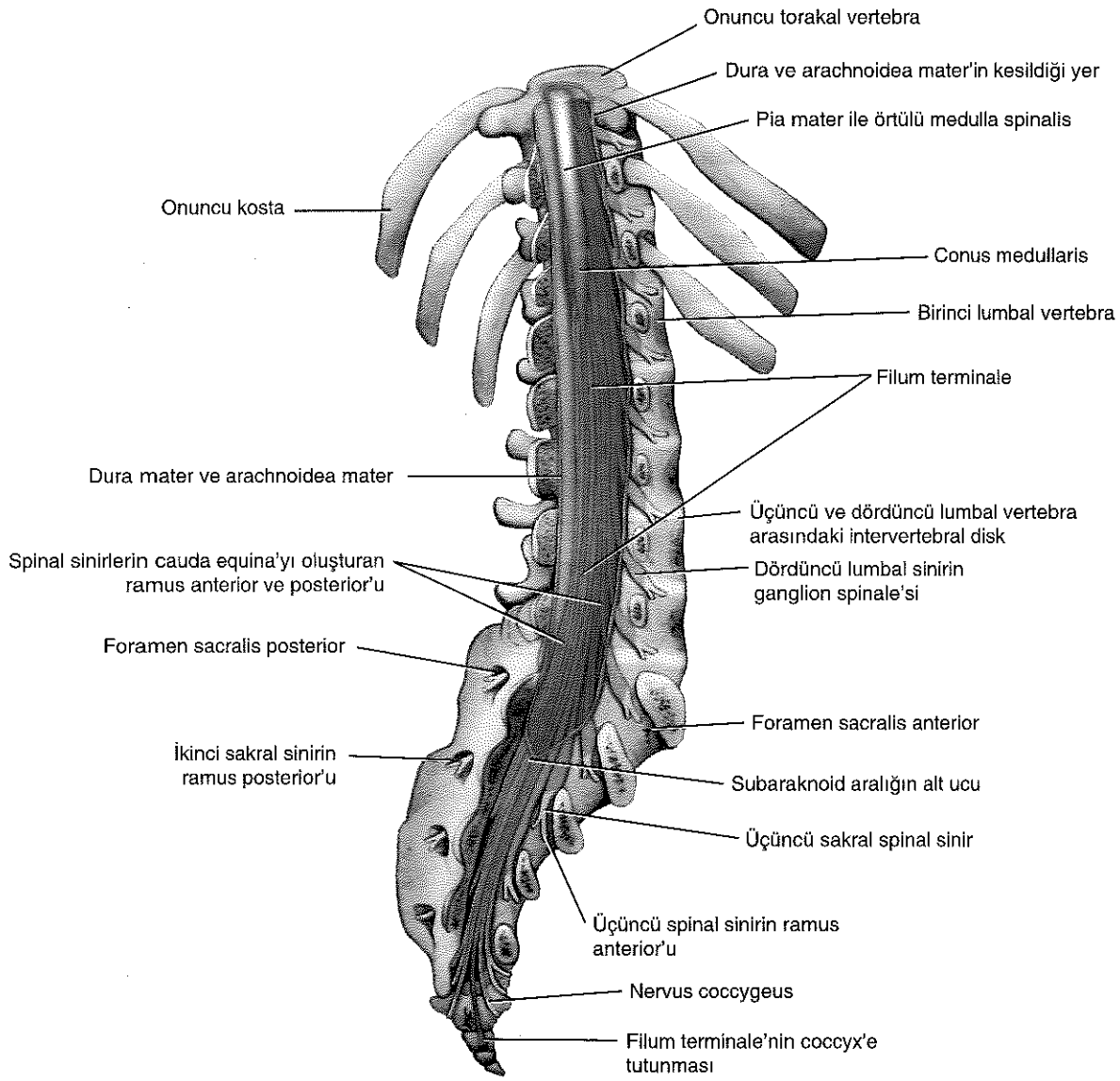
Ganglionlar, kranial sinirler ile spinal sinirlerin (ganglion spinale) sensitif ganglionları ve otonom ganglionlar olarak ayırt edilebilir.

Sensitif Ganglionlar

Sensitif ganglionlar fusiform kabartılar olup (Şek. 1-6) her bir spinal sinirin arka kökünde ilgili ön kökle birleşme yerinin hemen proksimalinde yer alır. Bu ganglionlara **ganglion spinale** denir. Buna benzer ganglionlara V, VII, VIII, IX ve X. kranial sinirlerin seyirlerinde de rastlanır. Bu ganglionlara, ilgili sinirlerin **sensitif ganglionları** denir.



Şekil 1-15 Spinal sinirlerin köklerinin orijinleri ile bunların farklı omurlarla ilişkilerini gösteren medulla spinalis'in arkadan görünüşü. Sağ tarafta, sinir kökleri ve medulla spinalis'in sağ yarımını göstermek için laminalar uzaklaştırılmıştır.



Şekil 1-16 Medulla spinalis ve cauda equina'nın alt ucunun arka oblik görünüşü. Sağ tarafta medulla spinalis ve sinir köklerinin sağ yarılarını ortaya çıkarmak için laminalar uzaklaştırılmıştır.

Otonom Ganglionlar

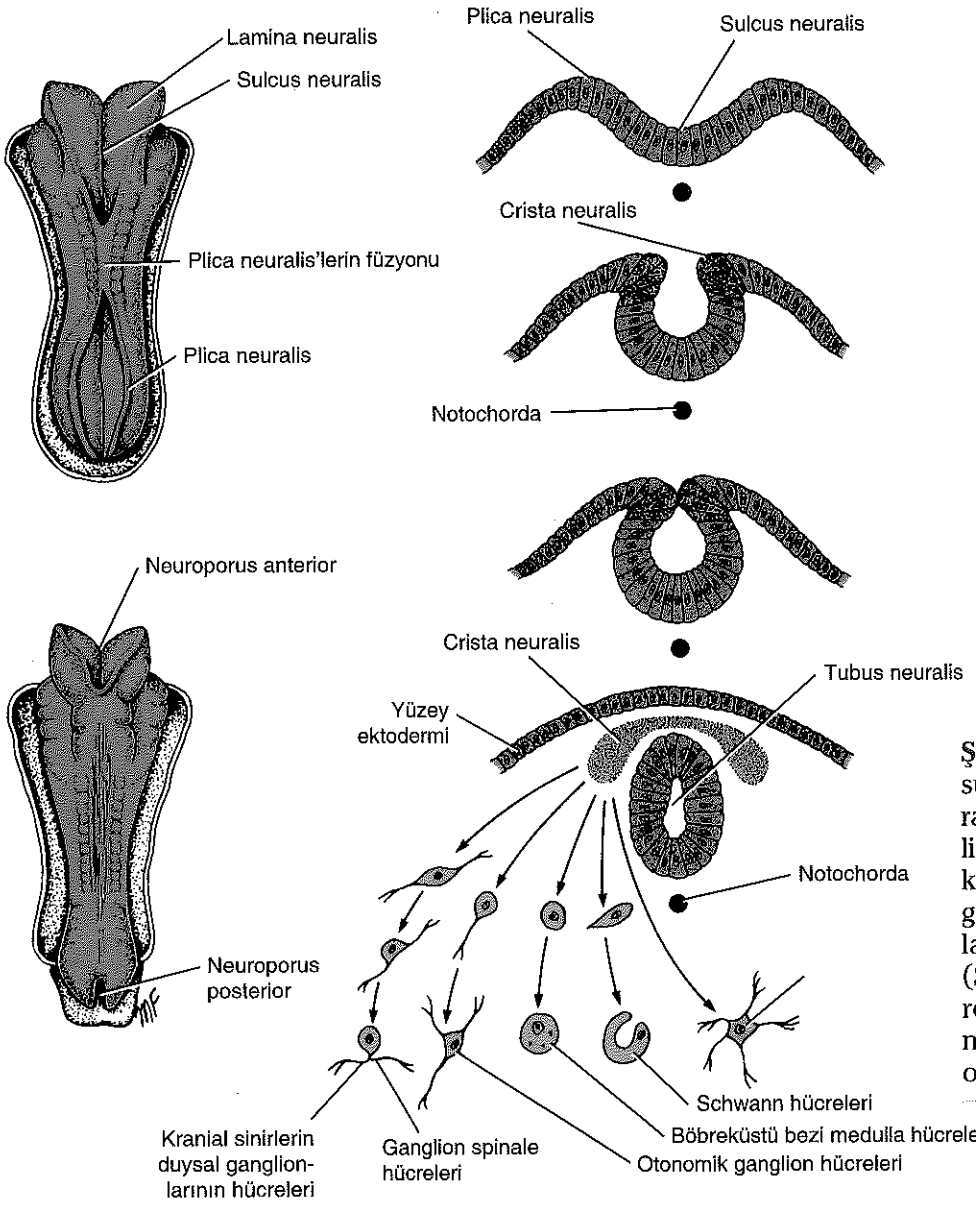
Şekilleri irregüler olan otonom ganglionlar otonom sinir sisteminin efferent sinir liflerinin seyri boyunca bulunurlar. Bunlar, paravertebral sempatik zincirde (truncus sympathicus) (Bkz. Şek. 14-1 ve 14-2) abdomendeki büyük visseral arterlerin kökleri etrafında ve çeşitli organların duvarına yakın veya duvar içinde yerleşmiştir.

Sinir Sisteminin Erken Gelişimi

Sinir sisteminin oluşumundan önce embriyoda üç temel hücre tabakası ayırt edilir. En iç tabaka olan **entodermden** gastrointestinal sistem, akciğerler ve karaciğer gelişir. **Mesodermden** kaslar, bağ dokusu ve vazküler system kaynaklanır. Üçüncü ve en dış tabaka olan **ektoderm** kolumnar epitelden oluşur ve tüm sinir sisteminin gelişiminin kaynağıdır.

Gelişimin üçüncü haaftasında embriyonun dorsal yüzünde primitive nokta ile membrane buccopharyngealis arasındaki ectoderm **nöral plağı** (lamina neuralis) oluşturmak için kalınlaşır. Armut şeklindeki ve kranyalde geniş olan bu yapı üzerinde longitudinal olarak **sulcus neuralis** oluşur. Sulcus neuralis giderek derinleşir ve iki yanda yer alan plica neuralis'ler tarafından sınırlanır (Şek. 1-17).

İleri gelişimle nöral plikalar birbirleri ile kaynaşır ve sulcus neuralis **tubus neuralis** haline gelir. Birleşme yaklaşık oluğun orta noktasından başlar; kranyal ve kaudale doğru devam eder; erken dönemde tüp boşluğu, neuroporus **anterior ve posterior** aracılığı ile amniyotik boşluk ile bağlantıda kalır (Şek.1-17). Bu iki açıklıktan



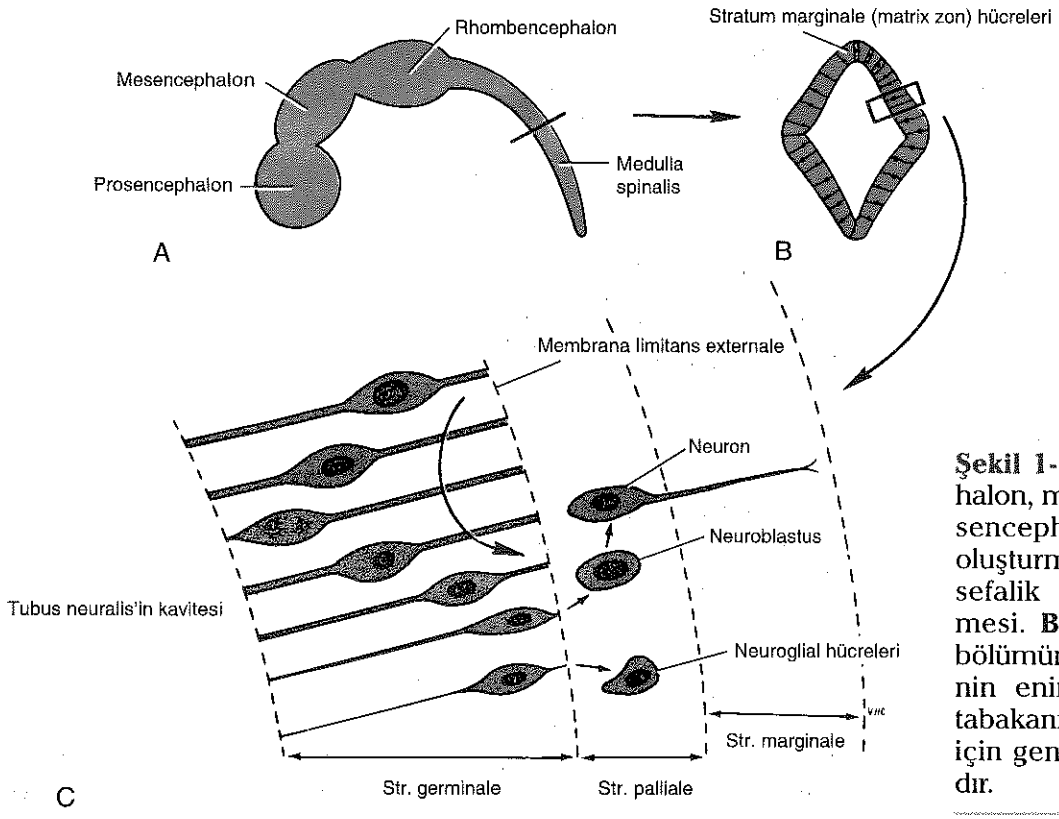
Şekil 1-17 Lamina neuralis, sulcus neuralis ve tubus neuralis'in oluşumu. Crista neuralis hücreleri ganglion spinale, kranial sinirlerin duysal ganglionları, otonomik ganglionlar, neurolemnocytus'lar (Schwann hücreleri), suprarenal medulla hücreleri ve melanositlere diferansiye olurlar.

önce neuroporus anterior, iki gün sonra da neuroporus posterior kapanır. Böylece, normalde, nöral tüp 28 gün içerisinde tamamen kapanır. Bu esnada tubus neuralis ektoderm yüzeyinin altına gömülmüştür.

Plica neuralis'in sulcus neuralis'i oluşturmak üzere invaginasyonu sırasında plica neuralis'in dışyan kenarlarını oluşturan hücreler tubus neuralis'e dahil olmayan ancak tubus neuralis ile yüzey ektodermi arasında yer

Tablo 1-2 Gelişen Beynin İlk Bölümleri

Temel Vezikül	Temel Bölüm	Alt Bölüm	Gelişmiş Yapılar
Ön beyin vezikülü	Prosencephalon	Telencephalon	Hemispherium cerebri, nuclei basales, hippocampus
		Diencephalon	Thalamus, hypothalamus, corpus pineale, infundibulum
Orta beyin vezikülü	Mesencephalon	Mesencephalon	Tectum, tegmentum, crus cerebri
Arka beyin vezikülü	Rhombencephalon	Metencephalon	Pons, cerebellum
		Myelencephalon	Medulla oblongata



Şekil 1-18 **A:** Rhombencephalon, mesencephalon ve prosencephalon keseciklerini oluşturmak üzere nöral tübün sefalik bölümünün genişlemesi. **B, C:** Medulla spinalis bölümünde nöral tüb gelişiminin enine kesiti. Nöroepitel tabakanın hücreleri belirginlik için geniş oranda ayrılmışlardır.

alan bir ektodermal hücre şeritini oluştururlar. Bu ektodermal şerite **crista neuralis** adı verilir (Şek.1-17) ve bu grup hücreler her iki yanda tubus neuralis'in etrafında ventrolateral olarak göç ederler. Daha sonar crista neuralis hücreleri, spinal ve kranyal sinirlerin **duysal ganglionlarına (ganglia craniospinalia), otonom ganglionlara (ganglia autonomica), medulla suprarenalis hücrelerine** ve **melanositlere** farklılaşırlar. Bu hücrelerin boyun ve baştaki mezenşimal hücreleri de oluşturduklarına inanılır.

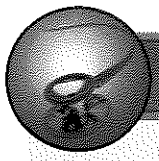
Bu esnada tubus neuralis'in sefalik (ön) bölümünün genişlemesiyle üç **temel beyin keseciği (vesiculae encephalicae)** olan, **ön beyin, orta beyin** ve **arka beyin kesecikleri** oluşur (Şek. 1-18 ve Tablo 1-2). Tübün geri kalan bölümü uzar ve çap olarak dar kalır; buradan **medulla spinalis** oluşacaktır.

Nöral tüpteki hücrelerin bundan sonraki farklılaşması hücre grupları arasındaki karşılıklı indüktif etkiyle gerçekleşir. İndüktif faktörler hedef hücrelerde gen ekspresyon kontrolünü etkiler. Sonuç olarak en basit progenitor hücre nöronlara ve nöroglia hücrelerine dönüşür. İlginç olan, çok sayıda nöron ve nöroglia hücresinin geliştiği ancak çoğunun da (gelişen nöronların yaklaşık yarısı) programlı hücre ölümü olarak adlandırılan bir prosesle ölmek için programlanacaklardır. Nöronların gelişimini ve yaşamasını sağlayan nörotrofik faktörlerin tespiti ile ilgili araştırmalar büyük önem taşımaktadır; çünkü elde edilecek sonuçlar muhtemelen travma veya Alzheimer hastalığı gibi dejeneratif hastalıkların sonrasında omurilik nöronlarının rejenerasyonu ile ilgili problemde uygulanabilecektir.

Sinir sisteminin gelişimi ile ilgili detaylı bilgi Bölüm 18'de ele alınacak ve sinir sisteminin farklı bölümlerinin tasviri ve nöronal bağlantıları anlatılacaktır.

Tablo 1-3 Omurilik Segmentlerinin Vertebra Numaraları ile İlişkisi

Vertebrae	Spinal Segment
Vertebrae cervicales	1 fazla
Üst torakal omurlar	2 fazla
Alt torakal omurlar (7-9)	3 fazla
10. torakal omur	L1 ve 2. omurilik segmentleri
11. torakal omur	L3 ve 4. omurilik segmentleri
12. torakal omur	L5 omurilik segmenti
1. lumbal omur	Sakral ve koksigeal omurilik segmentleri



KLİNİK BİLGİLER

Omurilik Segmentlerinin Vertebra Numaraları ile İlişkisi

Omurilik, columna vertebralis'ten daha kısa olduğundan, omurilik segmentlerinin numaraları aynı düzeydeki vertebra ile uyuşmaz (Şek. 1-15). Sayfa 16'daki tablo hekime bir vertebranın hangi spinal segmentle ilgili olduğunu bulmasında yardımcı olacaktır (Tablo 1-3).

Bir hastanın sırtı muayene edildiğinde processus spinosus'ların corpus vertebrae'lerle yaklaşık olarak aynı seviyede olduğu görülür. Ancak alt torasik bölgede processus spinosus'ların uzunluğundan ve aşırı oblik olmalarından dolayı, uçlarının bir alttaki vertebra gövdesi seviyesinde yer aldıklarını bilmek yararlıdır.

Medulla Spinalis ve Beyin Yaralanmaları

Medulla spinalis ve beyin iyi korunmuşlardır. Her ikisi de **serebrospinal sıvı** içerisinde asılı olup columna vertebralis ve cranium'un kemikleri ile çevrilidir. Ancak travma kuvveti yeterince büyük olduğunda bu koruyucu yapılar etkilenerek altındaki hassas sinir dokusu hasar görür. Ayrıca kranial ve spinal sinirler ve kan damarları da muhtemelen zarar görebilir.

Medulla Spinalis Yaralanmaları

Farklı vertebra düzeylerindeki omurilik yaralanmalarının derecesi geniş çapta anatomik faktörlere bağlıdır. Servikal bölgede dislokasyon veya kırık dislokasyonu sıktır. Fakat bu bölgedeki geniş vertebral kanal, medulla spinalis'in ciddi yaralanmalarına engel olur. Fakat kemik veya kemik fragmanlarının önemli dislokasyonunda omurilik kesilebilir. Eğer lezyon nervus phrenicus'un başlangıç segmentlerinin (C3-5) üzerinde ise interkostal kaslar ve diyafram paralize olduğundan solunum durur ve ölüm olur.

Torakal bölgenin kırık dislokasyonlarında yer değiştirme genellikle önemlidir; dar olan vertebral kanal ciddi medulla spinalis yaralanmalarına neden olur.

Lumbal bölgedeki kırık dislokasyonlarında iki anatomik durum hastaya yardımcıdır. Bunlardan birincisi; erişkinlerde medulla spinalis'in birinci lumbal vertebranın alt sınırına kadar uzanması (Şek. 1-16), ikincisi ise; bu bölgedeki geniş olan foramen vertebrale'nin cauda equina'nın köklerine rahat bir alan sağlamasıdır. Bu nedenle bu bölgedeki sinir hasarı minimaldir.

Medulla spinalis yaralanması lezyon düzeyinde kısmi veya tam fonksiyon kaybı, lezyonun altındaki düzeyde afferent ve efferent sinir traktuslarında tam veya kısmi fonksiyon kaybı oluşturabilir. Böyle hasarların belirtilerine omurilik ve bölüm 4'te inen ve çıkan yollar detaylı olarak incelendikten sonra değinilmiştir.

Spinal Sinir Yaralanmaları

Foramen Intervertebrale'ler ve Hastalıkları

Spinal sinirler, küçük segmental arterler ve venler, gözenekli doku içine gömülü olarak foramen intervertabrale'lerden (Şek 1-19) geçerler. Her bir foramen, üst ve alt komşu vertebra pedikülleri, önde corpus vertebrae'nin alt parçası, intervertebral disk, arkada processus articularis ve bunlar arasındaki eklemler ile sınırlıdır. Buna bağlı olarak spinal sinir çevre yapıların hastalıkları ile irite olabilir, basıya uğrayabilir ve kolay zedelenebilir. İntervertebral disk hernileri, corpus vertebrae ile processus articularis'ler arası eklemlerdeki osteoartrit spinal sinirde basıya, gerilmeye veya ödeme neden olabilir. Böyle basılarda dermatomal ağrı, kas zayıflığı ve reflekslerde azalma veya kaybolma görülebilir.

İntervertebral Disk Hernileri

Servikotorasik ve lumbosakral birleşeklerde olduğu gibi columna'nın hareketli parçasının nispeten hareketsiz bir parça ile eklemleştiği alanlarda disk genellikle daha fazla etkilenir. Bu alanlarda anulus fibrosus'un arka bölümü yırtılır ve nucleus pulposus diş macununun tüpten çıkışına benzer şekilde arkaya doğru çıkar. Nucleus pulposus'un bu herniasyonu ya orta hatta vertebranın ligamentum longitudinale posterius'unun altında merkezi protrüzyonla veya foramen intervertebrale'ye yakın ligamentum posterius'un yan taraflarında lateral protrüzyonla sonlanır (Şek. 1-20).

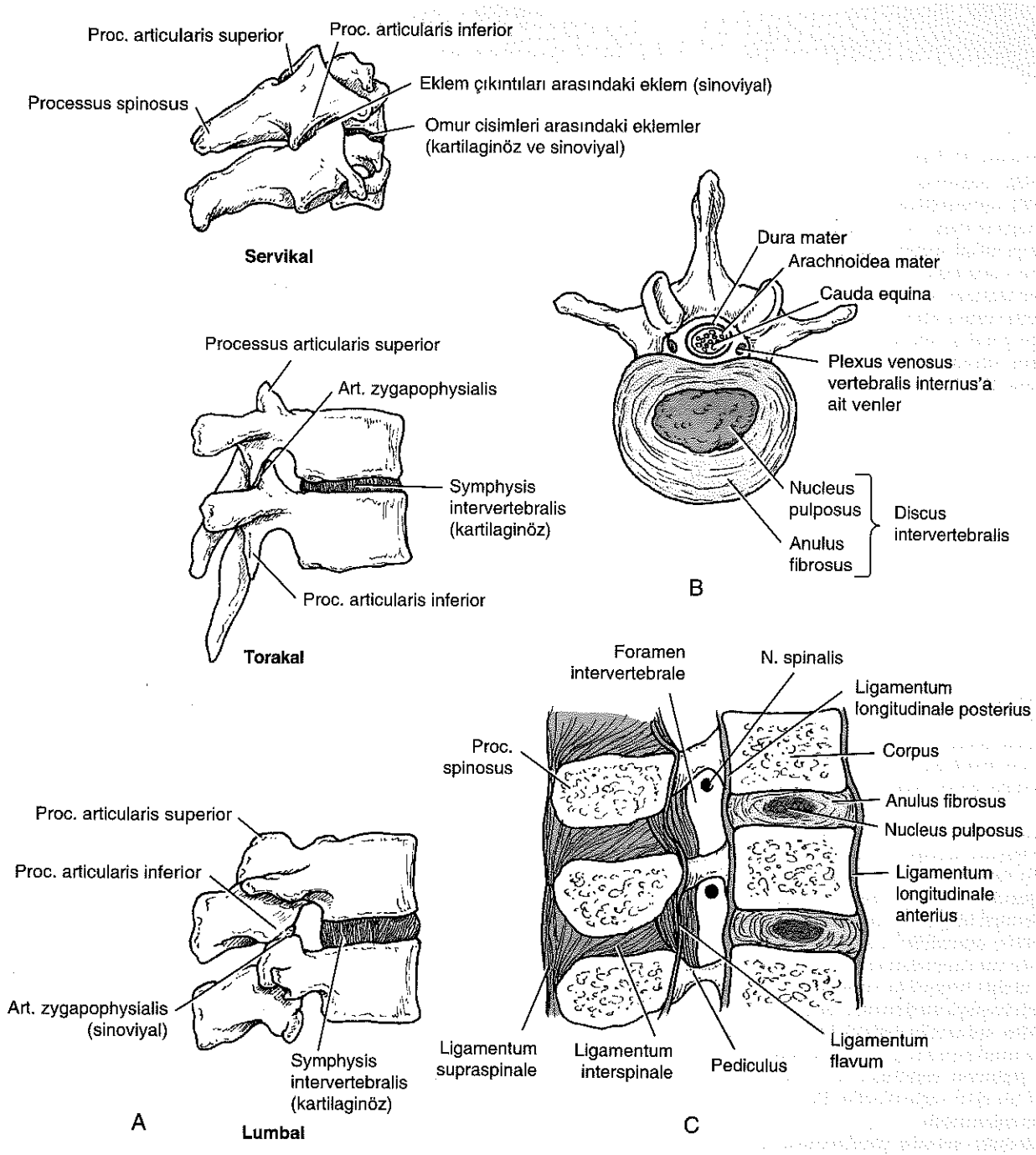
Servikal disk hernileri, lumbal bölgedeki hernilerden daha nadir görülür. Beşinci ile altıncı veya altıncı ile yedinci vertebra servikal arasındaki diskler herniasyona en yatkındır. Lateral protrüzyon spinal sinirlere veya köklerine bası uygular. Her bir spial sinir aynı numaralı vertebranın üstünden çıkar; böylece beşinci ve altıncı vertebra servikaller arasındaki diskin protrüzyonu C6 spinal sinir veya onun köküne bası yapar. Ensenin alt bölgesinde, omuzda ve bu bölgeyi içeren spinal sinirin dağıldığı alanlar boyunca ağrı hissedilir. Merkezi protrüzyonlar medulla spinalis ile arteria spinalis anterior'a ve bölgedeki çeşitli spinal yollara bası yapabilir.

Lumbal disk hernileri, servikal disk hernilerinden daha sık görülür (Şek 1-20). Dördüncü ile beşinci lumbal vertebralar ve beşinci lumbal vertebra ile sakrum arasındaki diskler genellikle en faza etkilenenlerdir. Lumbal bölgedeki cauda equina'nın kökleri birkaç intervertebral diskin arkasında uzanır (Şek. 1-20). Lateral herni bir veya iki köke, genellikle de hemen alttaki foramen intervertebrale'den geçen sinir köküne bası yapabilir. Nucleus pulposus nadiren geriye doğru fıtıklaşır; eğer fıtık büyükse cauda equina'nın tümüne baskı yapabilir ve paraplejiye sebep olabilir.

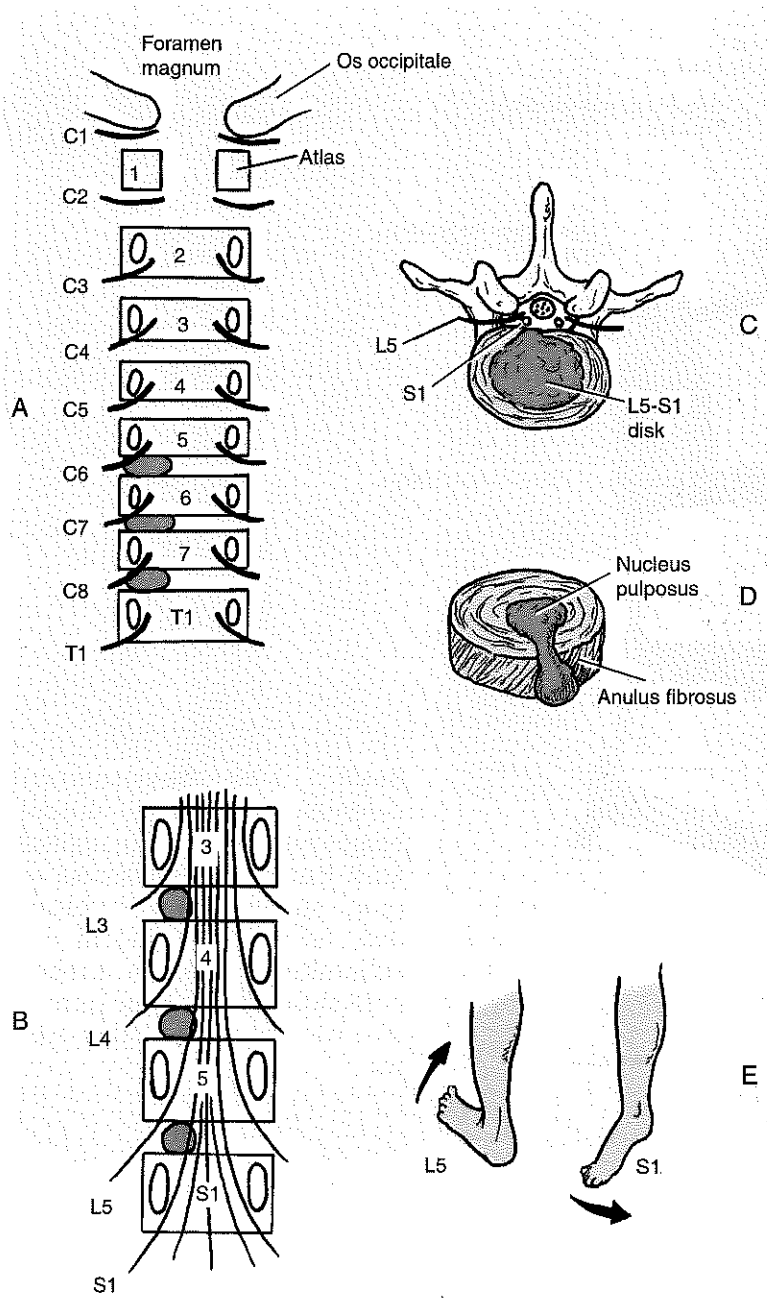
Lumbal disk hernilerinde etkilenen sinirin dağıldığı ayakta ve bacakta ağrı olur. Genellikle 5. lumbal ve 1. sakral sensitif arka köklerin basısından dolayı bacağın arka ve lateral yüzüne yayılan ağrı görülür. Bu duruma siyatalji (siyatik) denir. Ciddi vakalarda parestezi veya his kaybı bulunabilir.

Motor köklere bası, kas zayıflığına neden olur. Beşinci lumbal motor kökün katılımı ile ayak bileğinin dorsifleksiyonunda zayıflık gelişir; birinci sakral motor kökün basıya uğraması halinde plantar fleksiyonda zayıflık görülür ve ayak bileği refleksi azalır veya kaybolabilir (Şek. 1-20).

Büyük santral yerleşimli protrüzyon her iki bacakta kas zayıflığı ve bilateral ağrı oluşturur. Akut idrar retansiyonu da meydana gelebilir.



Şekil 1-19 **A.** Columna vertebralis'in servikal, torakal ve lumbal bölgelerindeki eklemleri. **B.** Üçüncü lumbal vertebranın üstten görünüşü; discus intervertebralis ve cauda equina arasındaki ilişki görülmektedir. **C.** Ligamentler ve discus intervertebralis'lerin görüldüğü üç lumbal vertebradan geçen sagittal kesit. Foramen intervertebrale'den çıkan spinal sinir ve discus intervertebralis arasındaki ilişkiye dikkat ediniz.

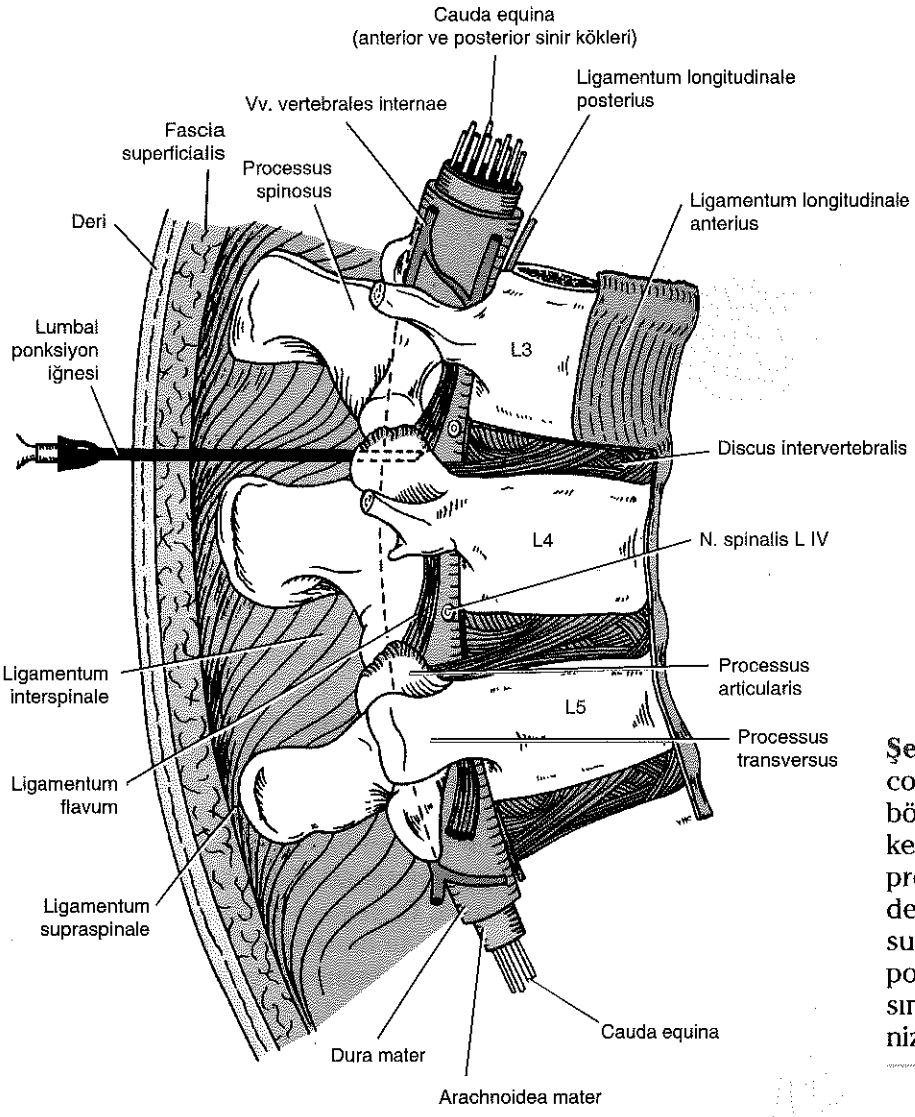


Şekil 1-20 **A ve B.** Servikal ve lumbal bölgelerde omur cisimlerinin arkadan görünüşleri; spinal sinir kökleri ile fıtıklaşmış nuc. pulposus arasındaki olası ilişki gösterilmiştir. 8 servikal spinal sinir ve yedi boyun omuru bulunduğuna dikkat ediniz. Lumbal bölgede, örneğin dördüncü lumbal omurun pedikülüne yakın olarak dışyana geçen L4 sinir kökleri; dördüncü ve beşinci lumbal omurlar arasındaki intervertebral diskle komşuluk göstermez. **C.** Beşinci lumbal ile birinci sakral omur arasındaki intervertebral diskin nuc. pulposus'unun posterolateral herniasyonu, S1 sinir kökü üzerine basısı görülüyor. **D.** Nucleus pulposus'u arkaya fıtıklaşmış bir intervertebral disk. **E.** L5 motor sinir köküne bası ayak bileği ekleminin dorsofleksiyonunu, S1 motor sinir köküne bası ayak bileği ekleminin plantar fleksiyonunu zayıflatır.

Lumbal Ponksiyon

Lumbal ponksiyon serebrospinal sıvıdan mikroskobik veya bakteriyolojik inceleme amaçlı örnek almak veya enfeksiyona karşı veya anestezi için ilaç enjekte etmek için yapılır. Medulla spinalis erişkinlerde 1. lumbal vertebranın alt kenarı düzeyinde sonlanır (yeni doğanda bu düzey 3. lumbal vertebranın alt seviyesine kadar ulaşabilir). Spatium subarachnoideum ikinci sakral vertebranın alt kenarına kadar uzanır. Vertebral kanalın alt parçası, lumbal ve sakral sinir kökleri ile filum terminale'yi (cauda equina) içine alan subaraknoid boşlukta devam eder. Bu bölgede subaraknoid boşluğa sokulan iğne, genellikle sinir köklerini zedelemeden bir tarafa iter.

Hasta, columna vertebralis'i yeterli fleksiyonda olacak şekilde bir tarafa yatırılır veya oturtulur ve lumbal bölgedeki komşu laminalar arasındaki açıklık bu sayede maksimum düzeye ulaşır (Şek 1-21). Crista iliaca'ların üst noktalarından geçen tasarılı çizgi 4. lumbal vertebranın spinasının üzerinden geçer. Dikkatli aseptik teknikle ve lokal anestezi altında lumbal ponksiyon iğnesi usülüne uygun şekilde 4. lumbal vertebranın spinasının altından veya üstünden canalis vertebralis'e sokulur. İğne spatium subarachnoideum'a ulaşmadan önce



Şekil 1-21 Fleksiyondaki columna vertebralis'in lumbal bölgesinden geçen bir sagittal kesit. Bu pozisyonda lamina ve proc. spinosus'ların birbirinden iyice uzaklaştığına ve subaraknoid boşluğa lumbal ponksiyon iğnesinin sokulmasına izin verdiğine dikkat ediniz.

aşağıdaki anatomik yapılardan geçer: (a) deri, (b) fascia superficialis, (c) ligamentum supraspinale, (d) ligamentum interspinale, (e) ligamentum flavum, (f) epidural boşluktaki plexus venosus vertebralis internus'u saran gözenekli doku, (g) dura mater, (h) arachnoidea mater. İğnenin itilmesi gereken mesafe 2.5 cm veya çocuktaki gibi daha az mesafeden şişman bir erişkindeki gibi 10 cm'ye kadar değişebilir.

Mandren geri çekildiğinde birkaç damla kan gelebilir. Bu genellikle iğnenin internal vertebral ven pleksuslarına girdiğini ve henüz subaraknoid mesafeye ulaşmadığını gösterir. Eğer iğne cauda equina'nın sinir köklerinden birini uyarırsa bu kökün motor veya duysal oluşuna bağlı olarak hasta, sinire uyan dermatomda ani bir ağrı duyar veya kasta seğirme görülür.

İğneye bağlı bir manometre ile serebrospinal sıvının basıncı ölçülebilir. Girişim pozisyonunda sıvının **normal basıncı 60 ile 150 mm su basıncı civarındadır.** Arteryel nabız ve solunum hareketlerine bağlı olarak sıvı basıncında çok hafif oynamalar görülebilir.

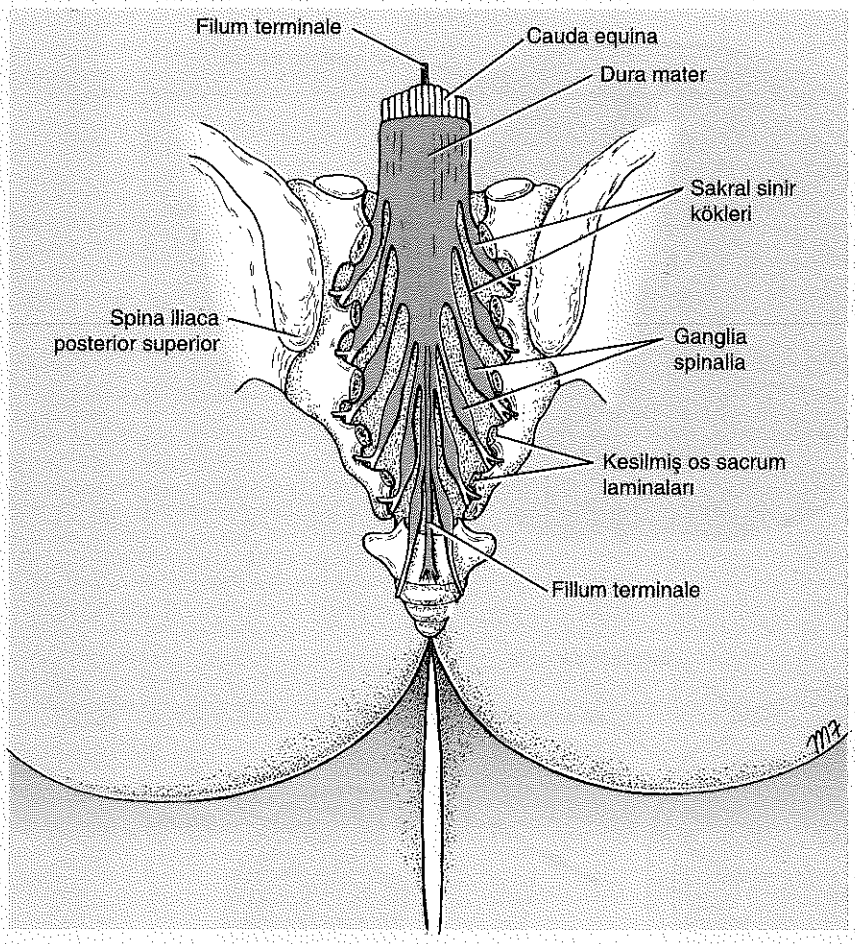
Meninkslere veya omuriliğe ait bir tümörün yol açtığı subaraknoidal aralıkta bir tıkanma, v. jugularis interna'ya boyunda kompresyon uygulanarak tespit edilebilir. Bu serebral venöz basıncı arttırır ve serebrospinal sıvının araknoid granülasyonlardan emilimini önleyerek serebrospinal sıvıda basınç artışına neden olur, bu da manometreden okunur. Eğer artış görülmezse spatium subarachnoideum tıkanmıştır ve hastada pozitif **Queckenstedt belirtisi** vardır denir.

Kaudal Anestezi

Hiatus sacralis'den canalis sacralis içine anestezik solusyonlar enjekte edilebilir. Solüsyonlar gevşek bağ dokusu içinde yükselir ve spinal sinirlerin dura mater'i geçtikten sonraki bölümlerine temas eder (Şek 1-22). Doğum uzmanları, bu sinir blokajı yöntemini doğumun ikinci evresindeki ağrıyı azaltmak amacıyla kullanırlar. Bunun avantajı, bu metodun uygulanması esnasında anestezinin bebeğe zarar vermemesidir. Kaudal anestezi, anorektal ameliyatlar da dahil sakral bölgedeki cerrahilerde de uygulanır.

Baş Yaralanmaları

Başa gelen bir darbe saçlı deride ezilmeye yol açabilir; ciddi bir darbe saçlı deride yırtılma yaratabilir. Baş bir kaskla korunmuş olsa bile saçlı deride herhangi klinik bir hasar olmaksızın beyinde ciddi zedelenme olabilir.



Şekil 1-22 Os sacrum, arkadan görünüş. Canalis sacralis içinde yer alan sinir köklerini göstermek amacı ile laminalar ortadan kaldırılmıştır.

Kafatası Kırıkları

Başa şiddetli darbeler, çoğunlukla darbe noktasında kafatasının şekil değiştirmesi ile sonuçlanır. Küçük objeler kafatasını penetre ederek beynin lokal laserasyonlarına sebep olabilir. Büyük kuvvetle uygulanan büyük objeler, kafatasını parçalayabilir ve kemik fragmanları darbenin olduğu tarafta beyne girebilir.

Yetişkinlerde çok sık görülen kafa kırıkları, küçük çocuklarda çok az görülür. Bebeklerde birbirlerinden fibröz sutur bağlarıyla ayrılmış durumda bulunan kafa kemikleri yetişkinlerinkine göre daha esnektir. Yetişkinlerde özellikle kafatasının iç tabakası kırılmaya çok yatkındır. Üstelik sutural bağlar orta yaşlarda kemikleşmeye başlarlar.

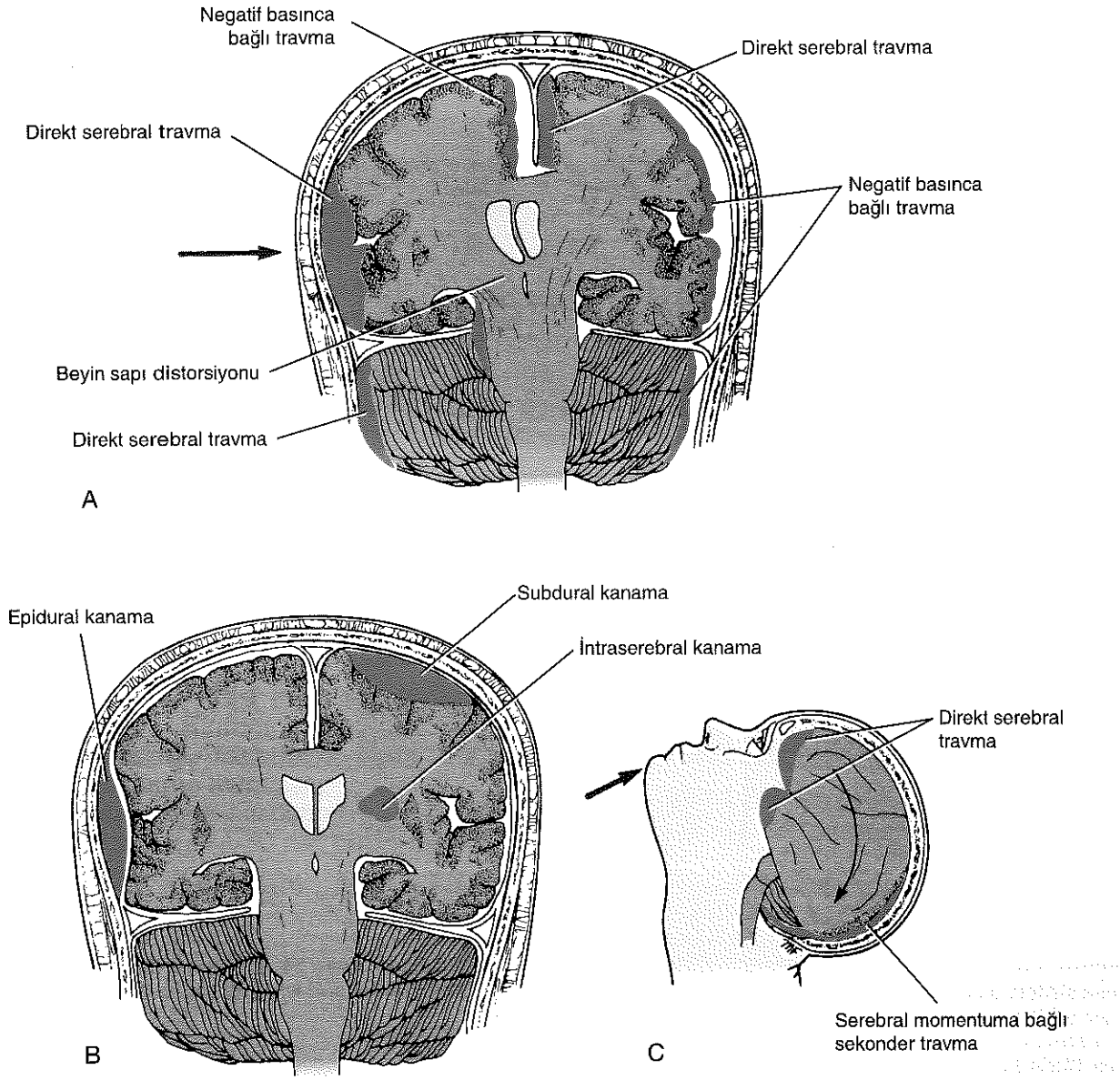
Kafatası kırıklarının türü, yaşa, darbenin şiddetine ve travmaya maruz kalan bölgeye göre değişir. **Yetişkin kafatasının** belirli bir esnekliğe sahip olması, fakat bu sınırın ötesinde kırılabilmesiyle bir yumurta kabuğuna benzetilebilir. Şiddetli lokalize bir darbe çoğunlukla kemiğin de kırılmasıyla beraber lokal bir yaralanmaya yol açar. Kafatası kubbesine olan çarpmalar ise çoğunlukla kemiklerin daha ince bölümleri boyunca uzanan doğrusal kırıklara neden olacaktır. Temporal kemiklerin pars petrosa'ları ile crista occipitalis'ler (bkz.s.193) kafatası tabanını sağlam bir şekilde desteklediklerı için bu bölgede doğrusal kırıkların yönünü değiştirmeye çalışırlar.

Küçük çocukların kafatasları ise bir masa tenisi topuna benzetilebilir. Çünkü lokalize bir vuruş kemikte çökmeye yol açsa bile kırılma olmaz. Sık görülen bu daire şeklindeki lezyona "pond (havuz, göl) kırığı" denir.

Beyin Yaralanmaları

Beyin yaralanmaları darbe anında sinir dokusunun yer değiştirmesi ve yapısının bozulmasından kaynaklanır (Şek 1-23). Non kompresif olan beyin, su içinde gömülü olarak yüzmekte olan bir kütüğe benzetilebilir. Subaraknoid boşlukta, beyin-omurilik sıvısı içinde yüzmekte olan beyin, anteroposterior ve lateral doğrultuda bir miktar kayma hareketleri yapabilir. Bu hareket vv. superiores cerebri'nin sinus sagittalis superior'a tutunmalarıyla sınırlanır. Beynin laterale dislokasyonu falx cerebri ile kısıtlanır.Tentorium cerebelli ve falx cerebelli de beynin hareketlerini sınırlar.

Bu anatomik gerçeklerden de anlaşılacağı gibi kafaya önden ya da arkadan gelen darbeler beyin sapında gerilme, yapısında bozulma ve beyin komissuralarında gerilme ve yırtılmaya yol açacak derecede ciddi beyin hasarına neden olabilir. Başa yandan yapılan darbeler daha az sarsıntıya, dolayısıyla da daha hafif zararlara yol açarlar. Ancak falx cerebri sert bir yapı olduğundan başa yandan gelen ciddi darbelerde yumuşak beyin dokusuna oldukça hasar verebilir (Şek. 1-23). Ayrıca başı sıyırıp geçen darbelerin, özelikle aşırı beyin rotasyonunun kemik çıkıntılarla önlendiği fossa cranii anterior ve media'da ciddi beyin rotasyonlarıyla birlikte beyinde gerilmelere ve distorsiyona yol açabileceği hatır-



Şekil 1-23 **A.** Başın lateral tarafına uygulanan bir darbede akut serebral yaralanmanın mekanizması. **B.** İntrakranial kanama çeşitleri. **C.** Çeneye gelen bir darbede serebral travma mekanizması. Beynin kafatası içindeki hareket serebral venleri de yırtabilir.

lanmalıdır. Beyin laserasyonları muhtemelen beynin kafatası içinde sivri bir köşeye (ör. os sphenoidale'nin ala minoru'na) kuvvetle itilmesiyle olur.

Beyne kafatası içinde birden momentum verildiğinde kafatası duvarından uzaklaşan beyin bölümü düşük basınca maruz kalır; çünkü serebrospinal sıvının beyin hareketlerine uyum sağlayacak zamanı yoktur. Bu dikkate alınması gereken ilginç durum beyin yüzeyinde emme efektiyle sonuçlanarak yüzeydeki kan damarlarının rüptürüne neden olur.

Otomobil kazalarında olduğu gibi başa ani ciddi darbe beyinde iki yerde hasarla sonuçlanabilir: (1) darbenin olduğu nokta, ve (2) darbe noktasına karşıt, beynin kafatasına çarptığı beyin polünde. Buna **"contrecoup yaralanması"** denir.

Beynin, baş yaralanmaları esnasında kafatası içindeki hareketi muhtemelen sadece kraniyal sinir kopmalarına değil, genellikle bağlayıcı kan damarlarının rüptürüne de yol açar. Beyin tabanında bulunan büyük arterlerin kıvrımlı olmaları ve buna sağlamlılıkları da eklendiğinde neden nadiren yırtıldıklarını açıklıyor. Büyük dural venöz sinüslere boşalan ince duvarlı kortikal venler kolay zedelenebilir ve ciddi subdural veya subaraknoid kanamaya yol açabilir (Şek 1-23).

Patlama Sonrasındaki Travmatik Beyin Yaralanması

Irak ve Afganistan'a yerleştirilmiş askerler ekstremite, göz ve kulakta çok ciddi yaralanmalara neden olabilecek patlayıcı mühimmat ile sıkça karşılaşmaktalar. Şarapnelin beyne gir-

diği kafatasının açık yaralanmalar açıkça görülür ve bunlara uygun şekilde müdahale edilir.

Ancak kafatasının sağlam kaldığı kapalı yaralanmalar beyni yaralayabilir , fakat tedavisiz kalabilir. Bu gibi durumlarda patlama kafatasına çarpan ve beyni sarsan bir hava dalgası oluşturur, bu da kafatası içinde sert kemik çıkıntılara doğru savrulan yumuşak beyin dokusunda çok sayıda yaralanmalara neden olur. Semtomlar ve işaretler nörolojik hasarın oranına bağlı olup hafif, orta veya ileri derecede olabilir. Orta ve ileri derecedeki vakalar tıp personeli tarafından hemen tespit edilebilirken hafif derecedekiler atlanarak daha sonra baş ağrısı, mide bukantısı, duygu durum değişiklikleri ve hafıza kaybına yol açabilir. Bu hastalarla ilgili yapılan çalışmalar hafif nörolojik hasarın başarılı bir şekilde tedavi edilebileceğini göstermektedir; ancak erken teşhis zorunludur. Patlamaya maruz kalan kişilere sivil hayata dönmeden önce bilgisayarlı tomografi (BT) veya manyetik rezonans görüntüleme (MRG) uygulanmalıdır.

İntrakranial Kanamalar

Beyin subaraknoid aralıkta serebrospinal sıvı ile çevrili olarak korunmuş olmasına karşın, kafatası içindeki ciddi kanama beyine basınç uygular.

İntrakranial kanamalar travma ya da serebral lezyonlardan kaynaklanırlar (Bkz., Şek 1-32). Burada intrakranial kanamaların dört türünden söz edilecektir: (1) ekstradural, (2) subdural, (3) subaraknoid ve (4) serebral.

Ekstradural (epidural) **kanama**, meningeal arter ya da venlerin (Bkz.s.432) zedelenmesi sonucu oluşur. Kanamanın en sık görüldüğü arter, a. meningea media'nın ön dalıdır. Parietal kemiğin anteroinferior bölümünde kırığa yol açan nispeten hafif bir darbe bile bu arterin zedelenmesine neden olabilir. (Şek 1-23). Eğer arter ya da ven kemiğe bu bölgedeki bir kanaldan giriyorsa hasara uğrama riskleri daha yüksektir. Oluşan kanama, durayı kafatasının iç yüzünden ayırır. Kafa içi basıncı artar, büyüyen pıhtı alttaki gyrus precentralis'te yer alan motor bölgeye lokal olarak basınç uygular. Kan, kırık hattını izleyerek dışarı çıkıp başın yan tarafında yumuşak bir şişlik oluşmasına neden olabilir. Kanamayı durdurmak için yırtılmış olan arter ya da ven bağlanmalı ya da tıkanmalıdır. Operasyon için kafatasında açılan delik arcus zygomaticus'un orta noktasının 2.5-4 cm yukarısında yer almalıdır.

Subdural kanama, vv. superiores cerebri'nin sinüs sagittalis superior'a girdikleri noktada yırtılmalarından kaynaklanır (Bkz., Şekil 15-1 ve 17-5). Buna yol açan genellikle beynin anteroposterior doğrultuda sarsılmasıyla sonuçlanan, ön ya da arkadan yapılan bir darbedir. A. meningea media kanamasından çok daha sık görülen bu durum, küçük ve ani bir vuruş sonucu oluşabilir. Ven yırtıldıktan sonra, düşük basınçlı kan dura ile araknoid arasındaki potansiyel boşlukta birikmeye başlar. Olguların yarısında durum çift taraflıdır.

Kanın subdural boşluktaki birikme hızına göre klinik olarak akut ve kronik formlar gözlenebilir. Örneğin hasta kusmaya başlarsa, thorax içindeki basınç artışına bağlı olarak venöz basınç da artacaktır. Bu durumda subdural kan pıhtısının boyutları hızla büyüyecek ve akut semptomlar görülecektir. Kronik kanamada ise küçük kan pıhtısı, aylar içerisinde ozmoz yoluyla sıvı çekerek, sonuçta büyüyüp basınca bağlı belirtiler veren hemorajik bir kist oluşturacaktır. Her iki durumda da birikmiş olan kan kafatasında bir delik açılarak çıkartılmalıdır.

Subaraknoid kanama, en çok beynin arteryel dolaşımındaki (Willis poligonu) konjenital bir anevrizmanın nontravmatik patlaması yada sızmasından daha az olarak da arteryovenöz bir malformasyondan kaynaklanır. Çok şiddetli baş ağrısı, ense sertliği ve bilinç kaybı gibi aniden başlayan semptomlar verir. Tanı bilgisayarlı tomografi (BT) veya manyetik rezonans görüntüleme (MRG) yöntemiyle veya lumbal ponksiyonla alınan beyin-omurilik sıvısının bol kanlı olarak görülmesiyle konur.

Serebral kanama: Spontan **intraserebral kanama (Şek.1-23)** sıklıkla hipertansiyonlu hastalarda görülür. Genellikle a. cerebri media'nın bir dalı olan ince duvarlı **lentikulostriat** arterin (Bkz., Şek 17-11) yırtılmasına bağlıdır (Bkz., Şek 17-4). Kanama, capsula interna'da yaşamsal önemi olan inen sinir liflerini etkileyerek vücudun diğer tarafında hemiplejiye yol açar. Hastanın bilinci hemen kaybolur ve kendisine geldiğinde felç belirgin durumdadır. Tanı BT veya MRG ile konur.

Sarsılmış Bebek Sendromu

Çocuklarda dayak sonucu kafa yaralanmaları travmatik ölümlerin en sık nedenidir. Bir çocuk ellerinden veya gövdesinden tutulu şekilde sarsıldığında veya başı kuvvetli bir şekilde sert bir yüzeye çarptırıldığında ani deselerasyonun (negatif ivmelenme) beynin yaralanmasına neden olduğu düşünülmektedir. Biyomekanik araştırmalar yüzen beynin ağırlık merkezi etrafındaki rotasyonunun yoğun aksonal hasar ve subdural hematom da dahil olmak üzere yoğun beyin yaralanmalarına neden olduğunu göstermiştir. Sarsılmış bebek sendromunda, çocukların normal oyun aktiviteleri sırasındaki rotasyonel kuvvetleri net bir şekilde aşan majör rotasyonel kuvvetlerin olması gerekir.

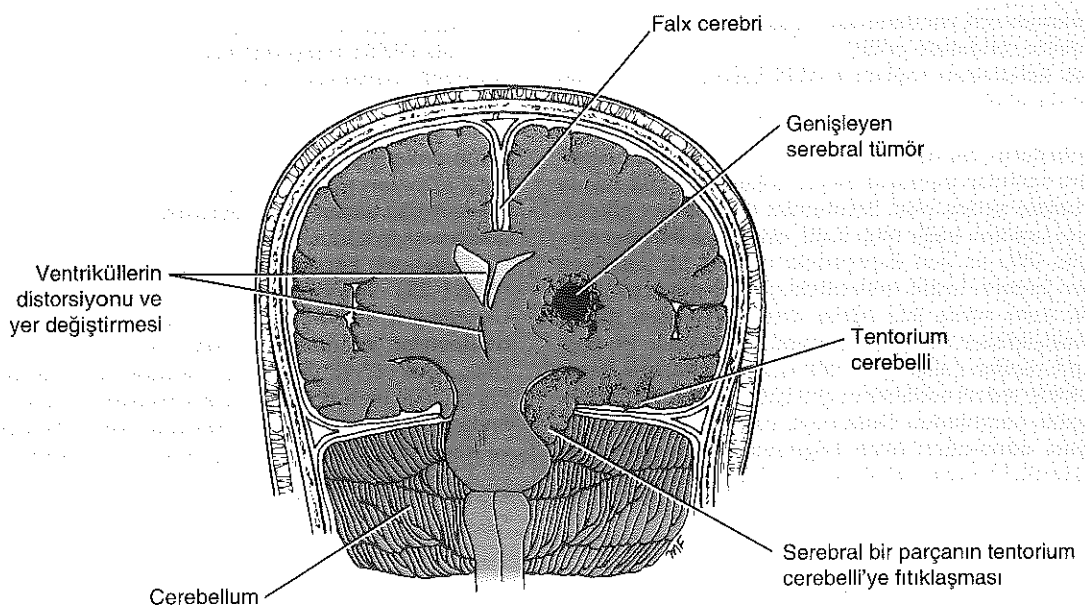
Çoğu sarsılmış bebek sendromu vakaları birinci yaş döneminde görülmekte olup genellikle 3 yaş altı çocuklarda sınırlıdır.yaygın semtomları letarji, iritabilite, felç, değişen kas tonusu ile bilinç kaybı, kusma, solunumda düzensizlik ve apne gibi intrakranyal basınç artışına işaret eden semptomlardır. Ciddi vakalarda bebek tepkisizdir; fontaneller kabarmıştır ve çocukta retinal hemoraji görülebilir. Lumbal ponksiyon sonucunda serebrospinal sıvıda kan olabilir. Subdural veya subaraknoid kanamalar BT veya MRG ile kolayca tespit edilebilir. Otopsi sonuçları sıklıkla parietal-oksipital bölgede lokalize subdural kanama ve subaraknoid kanla birlikte aşırı şişmiş beyin ve yaygın nöronal kayıp içermektedir.

Kafatası İçerisinde Yer Kaplayan Lezyonlar

Kafatası içinde yer kaplayan veya yayılan lezyonlar tümör, hematom ve abselerdir. Kafatası sabit bir hacmi olan sert bir yapı olduğundan, bu lezyonlar intrakraniyal yapıların normal hacmine eklenecektir.

Genişleyen bir lezyon öncelikle serebrospinal sıvının cavitas cranii'den uzaklaşmasına neden olur. Daha sonra venler sıkıştırılır, kan ve serebrospinal sıvı dolaşımı arasında karşılıklı etkileşim olur ve intrakranial basınç artar. Venöz staz, serebrospinal sıvının üretiminde artışa ve emiliminde azalmaya yol açar; serebrospinal sıvının hacmi artmaya başlar; böylece bir kısır döngü oluşur.

Beyin içindeki tümörün pozisyonunun dramatik sonuçları ve semptomları olabilir. Örneğin serebrospinal sıvının akış yolunun obstrüksiyonuna, veya büyük venlere direk bası uygulayan bir tümör intrakranial basınçta hızlı bir artışa neden olur. Hekime lezyonun lokalizasyonunda yardımcı olan semptomlar ve işaretler beyin fonksiyonu ve lezyonun neden olduğu sinir dokusu harabiyetinin derecesinin karşı-



Şekil 1-24 Lumbal ponksiyonun ardından serebral hemisferlerin tentorium cerebelli'den fossa cranii posterior'a ani yer değiştirmesi; serebral tümör sağ serebral hemisferde bulunuyor. Serebral tümör teşhisinde lumbal ponksiyon yerine daha çok kompüterize tomografi (BT) veya manyetik rezonans görüntüleme (MRG) kullanılmalıdır.

lıklı etkileşiminin bir sonucudur. Muhtemelen dura mater'in aşırı gerilmesi sonucu ciddi başağrısı, beyin sapına basınç sonucu kusma sık görülen şikayetlerdir.

İntrakranial tümör şüphesi olan hastalarda lumbal ponksiyon uygulanmamalıdır. Serebrospinal sıvı alımı serebral hemisferin, incisura tentorii'den fossa cranii posterior'a ani yer değiştirmesine (Şek. 1-24) veya medulla oblongata ve cerebellum'un foramen magnum'a fıtıklaşmasına yol açabilir. Tanı BT ve MRG ile konur.

Bilgisayarlı Tomografi (BT)

CT kafaiçi lezyonların saptanması için kullanılmaktadır. Güvenli ve kesin bilgiler veren bir yöntemdir. Total ışın dozu konvansiyonel kafa radyografisindeki dozdan fazla değildir.

CT konvansiyonel X-ışınları gibi aynı fiziksel temellere dayanır. CT'de dokular X-ışınlarından farklı enerji emilimlerine göre ayırt edilirler. Röntgen ışığı kaynağı, hastanın başı etrafında 180 derecelik bir eğri boyunca bir dizi tarayıcı hareketlerle ışın yollar. Işınlar röntgen ışını detektörü tarafından toplanır. Bilgiler bilgisayara aktarılarak, burada oluşturulan resim televizyona benzer bir ekrana yansıtılır. Esasen uygulayıcı başın ince bir diliminin görüntüsünü elde eder. Bu görüntünün daha sonraki incelemeler için fotoğrafı alınır (Şek. 1-25).

Bu yöntem o kadar hassastır ki X-ışını emilimindeki küçük farklılıklar kolaylıkla tespit edilebilir. Serebral korteksin gri cevheri, beyaz cevher, capsula interna, corpus callosum, ventriküller ve subaraknoid aralıklar tanınabilir. Farklı kan dolaşımı olan dokular arasında kontrast oluşturmak için, intravasküler iodin içeren bir sıvı enjekte edilebilir.

BT 5-10 dakikalık sürede gerçekleştirilebildiğinden baş travması veya intrakranyal kanama şüphesi olan hastalarda acil durumlarda tercih edilen metodtur.

Manyetik Rezonans Görüntüleme (MRG)

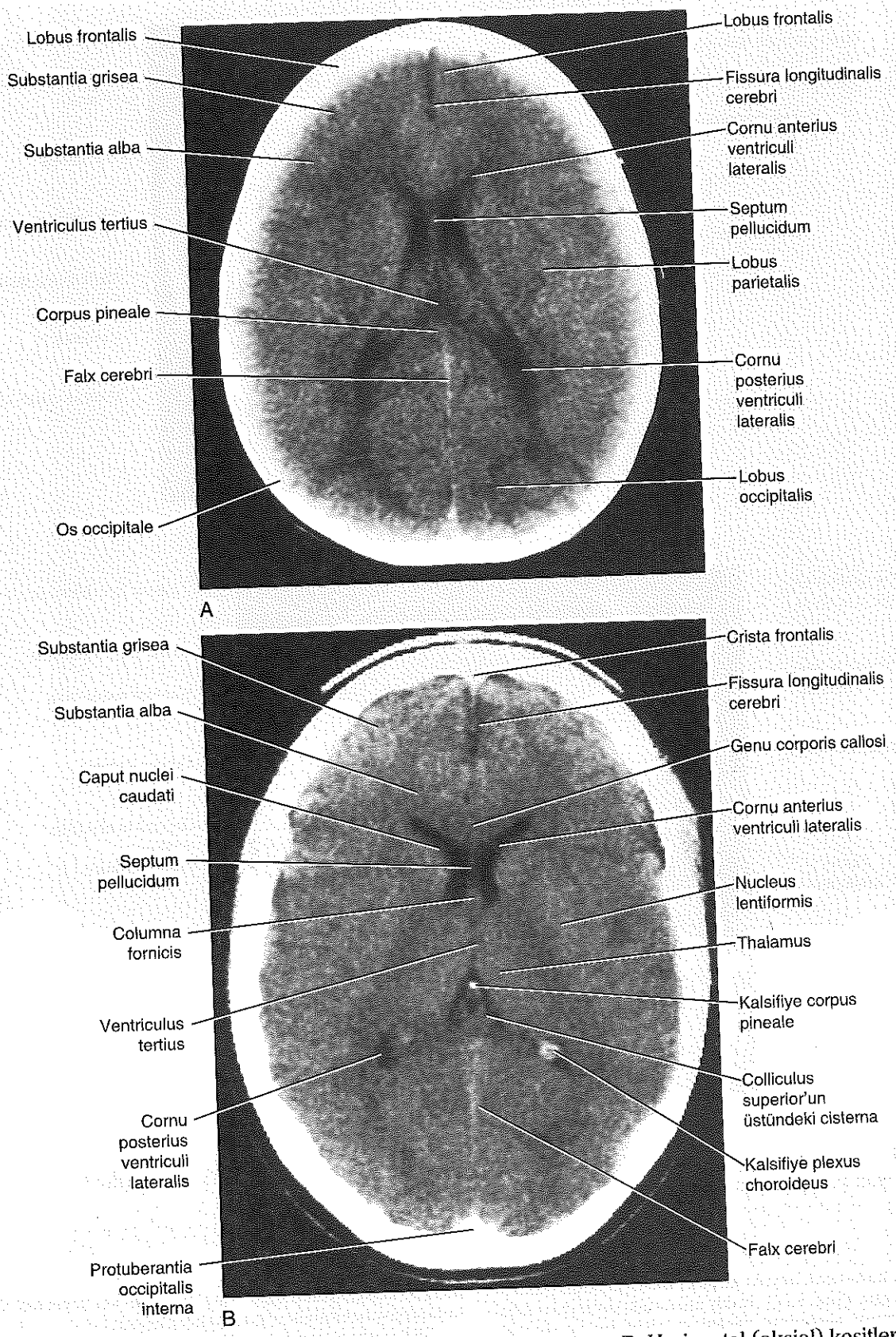
MRG tekniği, başı çevreleyen bir bobinden yayılan radyo dalgaları ile uyarılan hidrojen çekirdeğinin manyetik özelliklerini kullanarak bir görüntü oluşturur. Uyarılmış hidrojen çekirdeğinden yayılan sinyal, alıcı bir bobin tarafından indüklenmiş elektrik akımı halinde algılanır. MRI hasta için kesinlikle zararlı değildir; ayrıca yumuşak dokular arasında daha iyi bir ayırım yeteneği olduğundan BT'ye oranla çok daha detaylı görüntü elde edilir. Bunun nedeni gri cevherin beyaz cevhere göre su formunda daha fazla hidrojen içermesi ve hidrojen atomları yağ dokusuna daha az bağlanır (Şek.1-26). MRG beyin tümörleri veya küçük multiple skleroz plakları gibi düşük kontrastlı lezyonların tespitinde en iyi görüntüleme metodudur. Ek olarak BT'de kafatası tabanının yoğun kemik yapısının superpoze olduğu beyin sapı, cerebellum ve fossa hypophysialis'in MRG'de daha net görüntüleri elde edilir. Omuriliğin yapısı da daha net görüntülenir.

Ancak MRG, BT'ye göre daha uzun sürer ve üçte iki daha pahalıdır.

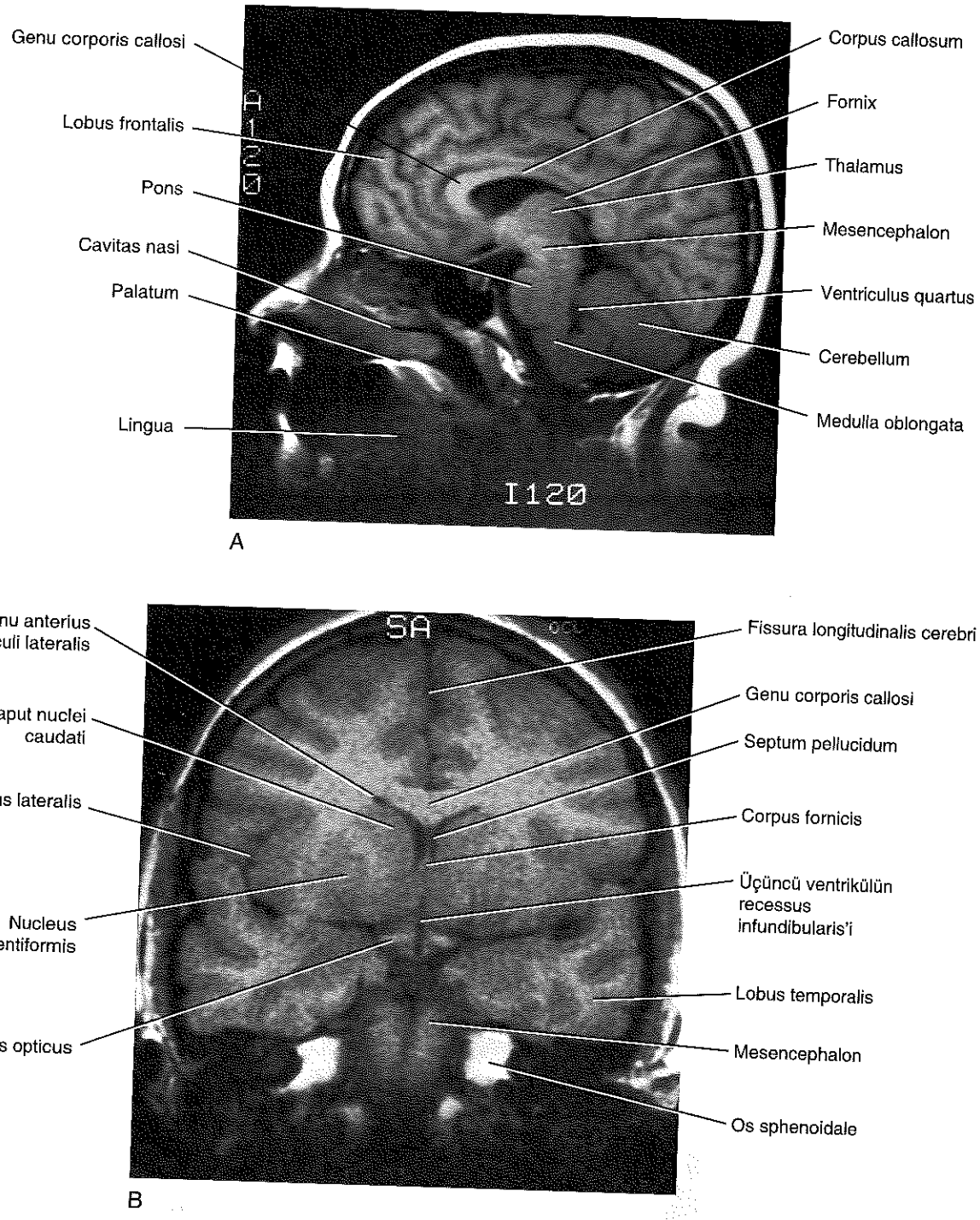
Pozitron Emisyon Tomografisi (PET)

Bu teknik, beyinde gerçekleşen biokimyasal, fizyolojik ve farmakolojik olayları haritalandırmak amacıyla pozitif yüklü elektronların (pozitron) emisyonu ile azalan radyoaktif izotoplar kullanır.

Uygun izotoplar beynin bilinen biokimyasal olaylarının moleküllerine bağlanır; sonra bu izotoplar hastaya enjekte edilir. Bileşiğin metabolik aktivitesi BT'de olduğu gibi aynı



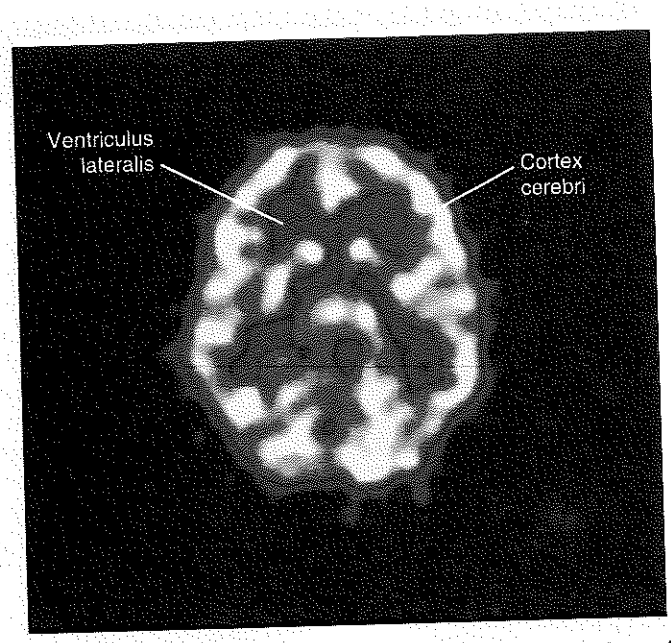
Şekil 1-25 Beynin yapısını gösteren CT görüntüleri. **A.** ve **B.** Horizontal (aksial) kesitler.



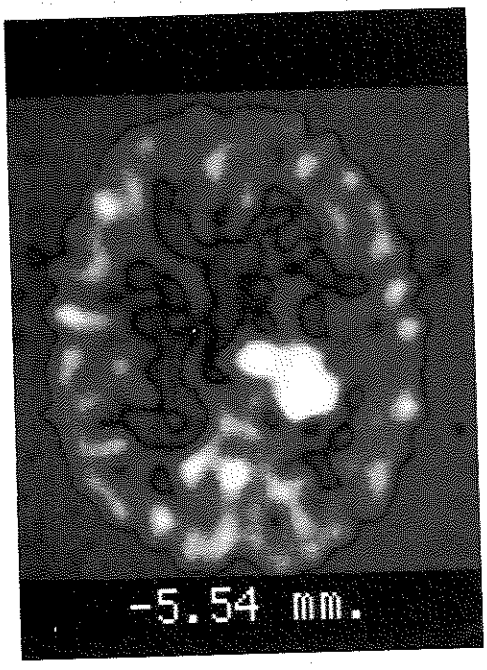
Şekil 1-26 Beynin yapısını gösteren MRI. **A.** Sagittal. **B.** Frontal. Şekil 1-25 ile karşılaştırın. Gri ile beyaz cevherin daha iyi ayırt edilebildiğine dikkat ediniz.

prensipleri kullanarak beynin kesitsel tomografik görüntülerinde incelenir (Şek 1-27). Farklı anatomik yerlerden elde edilen görüntü serilerinin incelenmesiyle bu yerlerdeki beyin metabolizma varyasyonlarını tespit etmek mümkündür. Bu teknik nörotransmitterlerin dağılım ve aktivitesini, oksijen utilizasyonundaki varyasyonları ve serebral kan dolaşımını incelemek içinde kullanılmıştır.

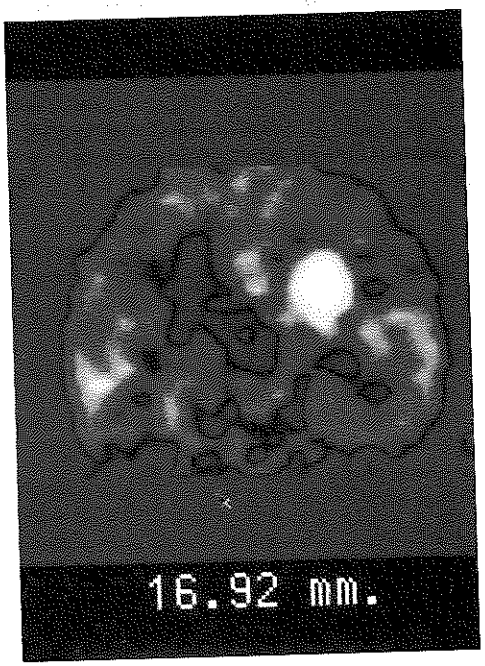
PET, beyin tümörü (Şek 1-28 ve 29), hareket bozuklukları, şizofreni ve konvulsiyonları olan hastaların incelenmesinde başarıyla kullanılmıştır.



Şekil 1-27 18-fluorodeoksiglukoz enjeksiyonundan sonra normal beynin aksial (horizontal) pozitron emisyon tomografisi (PET). Cortex cerebri'de aktif metabolizmalı (sarı alanlar) alanlar görülüyor. Lateral ventriküller de görülmektedir (Dr. Holley Dey'in izni ile).



Şekil 1-28 Sol parietal lobda malign bir gliomu olan 62 yaşındaki erkek bir hastanın, 18-fluorodeoksiglukoz enjeksiyonundan sonraki aksial (horizontal) PET görüntüsü. Tümör bölgesinde bileşiğin (sirküler sarı alan) yüksek konsantrasyonu görülmektedir (Dr. Holley Dey'in izni ile).



Şekil 1-29 Sol parietal lobda malign bir gliomu olan 62 yaşındaki erkek bir hastanın, 18-fluorodeoksiglukoz enjeksiyonundan sonraki koronal PET görüntüsü (Şek. 1-28'deki aynı hasta). Tümör bölgesinde bileşiğin (sirküler sarı alan) yüksek konsantrasyonu görülmektedir (Dr. Holley Dey'in izni ile).

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ

1. 45 yaşındaki bir kadına, doktoru tarafından fizik muayeneden sonra tiroid bezi kanseri tanısı konur. Boynundaki şişkinlikten başka hasta alt torakal bölgede sırt ağrısından şikayetçidir. Bu ağrı sağ toraksın etrafından onuncu interkostal aralığa yansımaktadır. Sırt ağrısı sıklıkla postür değişikliğinde azalmasına karşın öksürürken veya hapşırırken artmaktaydı. Columna vertebralis'in torakal bölümünün lateral radyografisi 10. torakal vertebra gövdesinde sekonder bir karsinomatöz yoğunluk ortaya koyar. Ayrıca fizik muayenesinde her iki bacakta müsküler zayıflık tespit edilir. Nöroanatomi bilgini kullanarak şunları açıklayınız: (a) sırttaki ağrı, (b) onuncu interkostal aralık üzerindeki acı, (c) her iki bacaktaki müsküler zayıflık, (d) onuncu torakal vertebra gövdesi düzeyinde hangi omurilik segmentleri bulunur.
2. 35 yaşındaki bir kömür madeni işçisi, kömür madeni ocağındaki bir oyma makinesinde çalışmaktadır. Aniden maden ocağının hava bacasının çatısının bir kısmı çöker. Büyük bir kaya, işçinin sırtına çarpar. Doktor muayenesinde üst torakal processus spinosus'ların öne doğru 8. torakal vertebranın spinal çıkıntısının üstüne doğru yer değiştirdiği tespit edilir. Bu bölgedeki hangi anatomik faktörler torakal bölge yaralanmalarının derecelendirilmesinde belirleyicidir?
3. Uzun akciğer tüberküloz hikayesi olan 20 yaşındaki bir erkek hasta ani kifoz gelişmesinden dolayı bir ortopedist cerrah tarafından muayene edilir. Yakınmalar hasta aynı zamanda öksürme ve hapşırma ile artar; toraksın her iki tarafına yayılan saplanır tarzda ağrıdan da şikayetçidir. Kifoza neden olan beşinci vertebra gövdesinin kollabe olması ile birlikte bu vertebrada kemik tüberkülozu teşhisi konur. Nöroanatomi bilginizi kullanarak beşinci omur gövdesinin kollabesinin neden her iki tarafta beşinci torakal segment sinirinin yayılımında ağrıya neden olduğunu açıklayınız.
4. 50 yaşında bir adam bir sabah ensesinin alt kısmına yakın bölgede ve sol omuzda ağrıyla uyanır. Ağrı sol kolun üst ve dış kısmına da yayılmaktadır. Boynun hareket ettirilmesi ağrıyı artırmaktadır. Öksürmek de aynı etkiyi göstermektedir. Boynun lateral radyografisi beşinci ve altıncı servikal omur gövdeleri arasındaki aralığın daraldığını göstermektedir. MRG, beşinci ve altıncı servikal omurlar arasındaki intervertebral diskin yırtıldığını göstermektedir. Anatomi bilginizi kullanarak hangi sinir kökünün etkilendiğini bulunuz. Hastalığın özelliğini de belirtiniz.
5. Bir tıp öğrencisi, bir öğrenci arkadaşına spor arabasının tamponunu düzeltmede yardım teklif eder. Tıp öğrencisi nöroanatomi kursunu yeni bitirmiştir ve bedenen zayıf ve yorgundur. Cesur olduğundan arkadaşı diğer uçta dururken kendisi de tamponun ucunu kaldırmaya çalışır. Aniden sırtından sol bacak arka dış yanına doğru inen bir ağrı hisseder. Ortopedist tarafından muayenesinde ağrının öksürürken arttığı bulunur. Columna vertebralis'in lumbal bölgesinin lateral grafisinde anomali yoktur. Sagittal planda alınan MRG, beşinci lumbal ve birinci sakral vertebra arasındaki intervertebral diskin nucleus pulposus'unun arkaya doğru küçük bir prolapsını göstermektedir. Beşinci lumbal ve birinci sakral vertebra arasındaki intervertebral disk fıtığı teşhisi konur. Nöroanatomi bilginizi kullanarak hastalığın semptomlarını açıklayınız. Hangi spinal sinir kökleri basıya uğrar?
6. 5 yaşındaki bir çocuk acilde muayene edilir ve akut menenjit tanısı konur. Tanıyı doğrulamak için sorumlu doktor lumbal ponksiyon yapılması kararını verir. Nöroanatomi bilginizi kullanarak, lumbal ponksiyonu nereden uygulardınız? Bir lumbal ponksiyonda subaraknoid aralığa yerleştirilen iğnenin hangi katmanlardan geçtiğini belirtiniz.
7. Hamile olduğunu anlayan genç bir bayan, arkadaşlarına doğum sancısı düşüncesinden nefret etttiğini, ancak genel anestezi almaktan da aynı şekilde nefret ettiğini söyler. Ağrısız doğumu sağlayacak başka spesifik bir lokal analjezi tekniği varmıdır?
8. Bir araba karşıdan karşıya geçen bir yayanın başının sağ tarafına çarpar. Yaya yere düşer ve bilincini kaybeder. Bir saat dinlendikten sonra ayağa kalkan yaya şaşkın ve hassastır. Sonra sendeleyerek yere düşer. Sorgulandığında uykulu olduğu ve yüzünün sol yarısının ve kolunun seyirdiği görülür. Epidural kanama tanısı konur. Muhtemelen hangi arter zedelenmiştir. Uykulu olmasının ve kas seyirmesinin nedeni nedir?
9. 45 yaşındaki bir kadın nörolog tarafından muayene edilir ve intrakranial tümörü olduğu tespit edilir. Hastanın gece ve sabah erken ciddi başağrıları vardır. Hasta ağrısının özelliğini "patlama" şeklinde tarif eder. Ağrılar 6 ay önce intermittanken şimdi az çok sürekli bir karakter almıştır. Öksürme, eğilme ve ıkınma ağrıyı şiddetlendirmektedir. Ağrı yukarda belirtilen üç durumda kusma ile birliktedir. Kafatasında intrakranial basınç arttığında neler olur? İntrakranial tümör şüphesi olan her hastaya rutin olarak lumbal ponksiyon uygularmısınız?
10. Bir motosiklet kazasından sonra acile getirilen, bilinci kapalı 18 yaşında bir erkek hastayı muayene eden nöroşirujiyen tıp öğrencisine, böyle bir kazada kafatası içinde beynin birden yavaşlaması sonucu beyine neler olduğunu sorar. Kask giymenin yararı nedir?

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. Tiroid, meme, böbrek, akciğer ve prostat kanserleri genellikle kemiğe metastaz yapar. (a) Sırttaki ağrı onuncu torakal vertebraya invaze olmuş ve bu omura hasar vermiş olan kansere dayanmaktadır. (b) Onuncu torakal spinal sinirin arka köküne omurga kanserinin uyguladığı bası sonucu sağ onuncu interkostal aralıkta hiperestezi ve hiperaljezi gelişmiştir. (c) Bacaklardaki müsküler zayıflık, canalis vertebralis'e invaze olan kanserin omurilikteki inen motor liflere uyguladığı basının sonucudur. (d) Columna vertebralis ve medulla spinalis'in uzunlamasına gelişmelerinde orantısızlık olmasına karşın, omuriliğin üst servikal segmentleri aynı numaralı vertebra gövdesinin arkasında yer alır; ancak medula spinalis erişkinde birinci lumbal vertebranın alt ucunda sonlanır; bu nedenle omuriliğin birinci ve ikinci lumbal segmentleri 10. torakal omur gövdesi düzeyinde yerleşmiştir.
2. Hastanın yedinci ve sekizinci torakal vertebra arasında ciddi bir fraktür dislokasyonu vardı. Processus articularis'lerin vertikal yerleşimi ve toraks kafesinden dolayı sınırlı hareketlilik, bu bölgede dislokasyonun ancak güçlü bir kuvvet ile proc. art.'lerin fraktürü sonucu gerçekleşebileceği anlamına gelir. Sirküler canalis vertebralis medulla spinalis etrafında dar bir alan bırakır; dolayısıyla ciddi omurilik hasarları beklenir.
3. Herbir spinal sinir arka sensitif kök ile ön motor kökün birleşmesiyle oluşur ve kanalı foramen intervertebrale'den geçerek terk eder. Herbir foramen yukarda ve aşağıda komşu omurların pedikülleriyle önde omur gövdesinin alt kısmı ve intervertebral diskle ve arkada ise artiküler çıkıntılar ve aralarındaki eklemle sınırlanmıştır. Bu hastada beşinci torakal vertebra gövdesi kollabe olmuş ve her iki taraftaki foramen intervertebrale'leri oldukça küçültmüştür. Bunun sonucu olarak arka sensitif köklere ve spinal sinirlere bası gelişmiştir. Sensitif liflerin iritasyonu ağrıya neden olmuştur.
4. Hasta sol altıncı servikal arka sinir kökünün iritasyon semptomlarına sahiptir. Radyografide beşinci ve altıncı servikal omur gövdeleri arasındaki aralığın daraldığı görülmektedir. Bu, bu seviyedeki discus intervertebralis'in nucleus pulposus'undaki bir herniasyona işaret etmektedir. MRI, nucleus pulposus'un arkaya doğru anulus fibrosus'un dışına uzandığını görüntülemektedir. Bu tanıyı doğrulamaktadır.
5. Fıtık sağ tarafta olup rölatif küçüktür. Ağrı, beşinci lumbal ve birinci sakral omurilik segmentlerinin ve omuriliğin bu segmentlerinin arka sensitif köklerinin dağılımı boyunca basının olduğu sağ tarafta hissedilmekteydi.
6. 5 yaşındaki bir çocukta omurilik ikinci lumbal verterbranın altında sonlanır (üçüncü lumbal vertebranın daha altında değil). Yan yatan çocukta, hemşirenin de yardımıyla, operatör aseptik teknikle orta hatta, dördüncü lumbal processus spinosus'un hemen altında deriyi uyuşturur. Dördüncü lumbal processus spinosus, crista iliaca'ların en üst noktalarını birleştiren tasarılı bir çizgi üstünde yer alır. Lumbal ponksiyon iğnesi dikkatlice canalis vertebralis'e sokulur. İğne subaraknoid aralığa ulaşmadan şu anatomik yapılardan geçer: (a) deri, (b) fascia superficialis, (c) ligamentum supraspinale, (d) ligamentum interspinale, (e) ligamentum flavum, (f) plexus venosus vertebralis internus'u saran gözenekli doku, (g) dura mater ve (h) arachnoidea mater.
7. Kaudal analjezi (anestezi) uygun bir şekilde yapıldığında ağrısız doğum için çok etkili bir yöntemdir. Hiatus sacralis'den canalis sacralis içine anestezik solüsyonlar enjekte edilir. Yeterli miktarda solüsyon verilerek T11-12 ve L1'e kadar sinir kökleri bloke edilir. Bu, doğumun ilk evrelerindeki uterus kontraksiyonlarını ağrısız kılar. S 2, 3 ve 4 sinir lifleri de bloke olduğunda perine de uyuşur.
8. Başın yan tarafına bir darbe, os parietale'nin ince ön bölümünün kolaylıkla kırılmasına neden olabilir. Arteria meningea media'nın ön dalı sıklıkla bu bölgede kemik bir kanal içersine girer ve fraktür sırasında yırtılır. Sonuç olarak kanama yavaş yavaş yüksek basınç altındaki kanın dura mater'in meningeal tabakası dışında toplanmaya başlar. Kan pıhtısı büyüdükçe altındaki beyine bası uygular ve konfüzyon ve iritabilite semptomları ortaya çıkar. Bu durumu uyku hali takip eder. Serebral korteksin motor alanının alt bölümüne (sağ gyrus precentralis) uygulanan bası fasyal kasların ve sonra sol kol kaslarının seyirmelerine neden olur. Kan pıhtısı büyümeye devam ettikçe intrakranial basınç yükselir ve hastanın durumu kötüleşir.
9. İntrakranial tümörü olan hastalarda kafaiçi değişikliklerin detayı sayfa 23'te verilmiştir. İntrakranial tümör şüphesi taşıyan bir hastaya lumbal ponksiyon yapılmamalıdır. Serebrospinal sıvı alımı serebral hemisferin tentorium cerebelli açıklığından fossa cranii posterior'a ani yer değiştirmesi veya medulla oblongata ve cerebellum'un foramen magnum'a herniasyonu ile sonuçlanabilir. BT veya MRG teşhis için kullanılmaktadır.
10. Beyin, kafatası içinde serebrospinal sıvı içerisinde yüzmektedir; böylece başa bir darbe beynin dislokasyonuna yol açar. Bu beynin zedelenmesine, beyin sapının gerilmesine veya distorsiyonuna kranial sinirlerin kopmasına ve sıklıkla serebral venlerin rüptürüne neden olur (ayrıntı için Bkz., s.21). Koruyucu başlık beyni darbelere karşı yastık gibi korur ve bu da beynin deselerasyon oranını azaltır.

ÇALIŞMA SORULARI

Açıklama: Bu bölümde her bir tam olmayan açıklamayı tamamlayıcı bir açıklama takip etmektedir. Tamamlayıcı harfli açıklamalardan doğru olan BİRİNİ seçiniz.

1. Medulla spinalis
   (a) Dışta yer alan gri, içte yer alan beyaz cevhere sahiptir.
   (b) Aşağıda conus medullaris'i oluşturan bir genişliğe sahiptir.
   (c) bir spinal segmente tutunan tek bir spinal sinire ait ön ve arka köklere sahiptir.
   (d) Cornu posterius'ta iskelet kaslarını innerve eden efferent sinir liflerinin orijin aldıkları hücrelere sahiptir.
   (e) Commisura alba'da yerleşmiş canalis centralis'e sahiptir.
2. Medulla oblongata
   (a) Bir tüp şeklindedir.
   (b) Alt bölümünün arka kısmında yerleşmiş dördüncü ventrikülü içerir.
   (c) Üst sınırında direkt devam eden yapı olarak mesencephalon'a sahiptir.
   (d) Alt bölümünde canalis centralis yoktur.
   (e) Alt ucu foramen magnum'da medulla spinalis ile devam eder.
3. Mesencephalon
   (a) Aqueductus cerebri adlı boşluğa sahiptir.
   (b) Büyük boyutludur.
   (c) Etrafında serebrospinal sıvı yoktur.
   (d) Yukarıda lateral ventriküle açılan bir boşluğa sahiptir.
   (e) Kafatasında fossa cranii media'da yerleşmiştir.

Açıklama: Aşağıda numaralandırılmış konuları yanıtlar izlemektedir. DOĞRU olan BİR harfli yanıtı seçiniz.

4. Aşağıdaki cerebellum'la ilgili bilgilerden hangisi doğrudur?
   (a) Fossa cranii media içindedir.
   (b) Cortex cerebelli beyaz cevherden oluşur.
   (c) Vermis, serebellumun hemisferlerini birleştiren bölüme verilen addır.
   (d) Cerebellum dördüncü ventrikülün önünde bulunur.
   (e) Nucleus dentatus her iki serebellar hemisfer içinde bulunan beyaz cevher kitlesidir.
5. Aşağıdaki cerebrum'la ilgili bilgilerden hangisi doğrudur?
   (a) Serebral hemisferler birbirinden tentorium cerebelli adı verilen fibröz bir septumla ayrılmıştır.
   (b) Calvaria'yı oluşturan kemikler üzerlerinde yer aldıkları srebral hemisfere ait loblara göre adlandırılırlar.
   (c) Corpus callosum herbir serebral hemisferin içinde yerleşmiş gri cevher kitlesidir.
   (d) Capsula interna, medialinde nucleus caudatus ve thalamus, lateralinde nucleus lentiformis'le komşuluk gösteren önemli bir sinir lifleri topluluğudur.
   (e) Herbir hemisferin içindeki boşluğa serebral ventrikül adı verilir.
6. Aşağıdakiler periferik sinir sistemi ile ilgili bilgilerden hangisi doğrudur?
   (a) 10 çift kranial sinir bulunur.
   (b) 8 çift servikal spinal sinir bulunur.
   (c) Bir spinal sinirin radix posterior'unda çok sayıda efferent motor sinir lifleri bulunur.
   (d) Bir spinal sinir, bir ramus anterior ve bir ramus posterior'un foramen intervertebrale içinde birleşmesinden oluşur.
   (e) Ganglion spinale, medulla spinalis'ten çıkan otonom sinir liflerinin hücre gövdelerini içerir.
7. Aşağıdaki merkezi sinir sistemi ile ilgili bilgilerden hangisi doğrudur?
   (a) Bir beyin BT görüntüsü beyaz cevherle gri cevheri ayırt edemez.
   (b) Lateral ventriküller dördüncü ventrikülle direkt bağlantılıdır.
   (c) Bir beyin MRG'si, hidrojen çekirdeğinin manyetik özelliklerini kullanır. Uyarılmış hidrojen çekirdeğinden yayılan sinyal hastanın başı etrafında dönen bir bobine aktarılır.
   (d) Beynin kafatası içinde travması ve ani hareketi sonrasında beyin tabanındaki büyük arterler sıklıkla yırtılır.
   (e) Baş yaralanmaları esnasında beynin hareketinin altıncı kranyal siniri zedelemesi beklenmez.
8. Aşağıdaki serebrospinal sıvı ile ilgili bilgilerden hangisi doğrudur?
   (a) Medulla spinalis'in canalis centralis'i içindeki serebrospinal sıvı dördüncü ventriküle giremez.
   (b) Hastanın, dik oturur pozisyondaki gibi bir tarafa yatar durumda iken normal serebrospinal sıvı basıncı 60 ile 150 mm sudur.
   (c) Sıvı beyni ve omuriliği travmatik yaralanmalarda koruyucu olarak çok küçük bir rol oynar.
   (d) Boyunda vena jugularis interna'nın kompresyonu serebrospinal sıvı basıncını düşürür.
   (e) Subdural aralık serebrospinal sıvı ile doludur.
9. Aşağıdaki vertebra düzeyleri ve omurilik segment düzeyleri ile ilgili açıklamalardan hangisi doğrudur?
   (a) Birinci lumbal vertebra, omuriliğin L3-4 segmentlerinin seviyesindedir.
   (b) Üçüncü torakal vertebra üçüncü torakal omurilik segmentinin seviyesindedir.
   (c) Beşinci servikal vertebra yedinci servikal omurilik segmenti seviyesindedir.
   (d) Sekizinci torakal vertebra dokuzuncu torakal omurilik segmenti seviyesindedir.
   (e) Üçüncü servikal vertebra dördüncü servikal omurilik segmenti seviyesindedir.

Açıklama: Aşağıdaki herbir olguyu sorular izlemektedir. Olguyu takip eden sorulara ait EN UYGUN yanıtı işaretleyiniz.

23 yaşında bir kadın bilinci kapalı olarak acile getiriliyor. Caddede karşıdan karşıya geçerken bir otobüs başının yan tarafına çarpar. Bir saat içinde, sağ temporal bölgesinin üstünde hamur kıvamında bir şişlik gelişir. Vücudun

sol tarafında müsküler paralize yönelik işaretleri olduğu tespit edilir. Kafatasının lateral radyografisi aşağıya öne doğru sağ os parietale'nin angulus inferior anterior'una uzanan bir fraktür çizgisini ortaya koyar. Hastanın koması derinleşir ve kazadan 5 saat sonra ölür.

10. Hastanın sağ temporal bölge üzerindeki şişkinliğinin nedeni neye dayanmaktadır?
    (a) Derinin yüzeysel ezilmesine
    (b) Musculus temporalis içerisindeki bir kan damarından kanama
    (c) Sağ arteria meningea media'nın rüptürü
    (d) Derinin ödemi
    (e) Fascia superficialis içindeki bir kan damarından kanama
11. Hastanın vücudunun sol tarafındaki müsküler paralizin nedeni neydi?
    (a) Serebral hemisferin sağ tarafının laserasyonu
    (b) Sağ taraflı epidural kanama
    (c) Sol taraflı epidural kanama
    (d) Beynin sol tarafındaki serebral korteksin yaralanması
    (e) Sağ serebellar hemisferin yaralanması

69 yaşında bir adam sırt alt bölgesinde ciddi rahatsızlık şikayetiyle nörolojiye sevk edilir. Columna vertebralis'in lumbal bölgesinin radyolojik incelemesi canalis vertebralis'in belirgin daraldığını ortaya koyar. Canalis vertebralis'in daralması kanalı sınırlayan kemiklerdeki osteoartrite bağlı değişikliklere dayanmaktaydı.

12. Hastanın sırt alt bölgesindeki şikayeti açıklayınız.
    (a) Kas yorgunluğu
    (b) Discus intervertebralis prolapsı
    (c) Lumbal bölge eklemlerindeki bağların yırtılmış olması
    (d) Cauda equina'ya bası
    (e) Kötü postür

Daha sonra, aynı hastada sırt ağrısı daha ciddileşti ve aşağıya sol bacağına kadar yansımaya başladı; hasta yürümede de zorluk çekmekteydi. Hastanın muayenesinde bacak kaslarında güçsüzlük tespit edilir. Radyolojik tetkikte, osteoartrite dayalı değişikliklerin çoğu lumbal foramen intervertebrale'leri de etkilediği görülür.

13. Hastanın semtomlarındaki değişikliği ve elde edilen bulguları açıklayınız.
    (a) Nervus ischiadicus yayılan rektal kenser sonucu pelviste basıya uğramıştır.
    (b) Hastanın, sağ alt ekstremite arterlerinde ilerlemiş ateroskleroz gelişmiştir.
    (c) Osteoartrit prosesleri sonucu gelişen osteofitler foramen intervertebrale'leri daraltarak segmental spinal sinirlere bası uygulamıştır.
    (d) Nervus ischiadicus'un gövdesinde nörit gelişmiştir.
    (e) Hastada psikiyatrik problemler vardır.

ÇALIŞMA SORULARININ YANITLARI VE AÇIKLAMALARI

1. Doğru C. Tek bir spinal sinirin ön ve arka kökleri medulla spinalis'in tek bir segmentine bağlanmıştır. A. Medulla spinalis içte yer alan gri dışta beyaz cevhere sahipir (bkz.Şek.1-6). B. Omurilik aşağıya doğru daralarak conus medullaris'i oluşturur. D. Cornu posterius'taki hücreler duysal fonksiyonla ilgilidir (bkz s.139). E. Omuriliğin canalis centralis'i commisura grisea'da yerleşmiştir (bkz. Şek.1-7).
2. Doğru E. Medulla oblongata'nın alt ucu foramen magnum'da medulla spinalis'le devam eder (bkz.Şek.1-5). A. Medulla oblongata koni şeklindedir (bkz. S.4). B. Dördüncü ventrikül medulla oblongata'nın arka üst kısmında yerleşmiştir. C. Medulla oblongata'nın üst kenarından direkt pons devam eder. D. Medulla oblongata, alt bölümünde omurilik'te de devam eden canalis centralis'e sahiptir.
3. Doğru A. Aquaductus cerebri, mesencephalon'daki boşluğu oluşturur. B. Mesencephalon'un boyutu küçüktür (bkz.Şek.1-2). C. Mesencephalon subaraknoid aralıktaki serebrospinal sıvı ile tamamen kaplanmıştır (bkz.s.457). D. Mesencephalon aqueductus cerebri ile yukarda üçüncü ventriküle açılır (bkz.Şek.1-11). E. Mesencephalon fossa cranii posterior'da bulunur.
4. Doğru C. Vermis, serebellumun hemisferlerini birleştiren bölüme verilen addır (bkz.s.231). A. Cerebellum fossa cranii posterior'da bulunur (bkz.şek.1-8). B. Cortex cerebelli gri cevherden oluşur (bkz.s.231). D. Cerebellum dördüncü ventrikülün arkasında bulunur (bkz.Şek.1-11). E. Nucleus dentatus her iki serebellar hemisfer içinde bulunan gri cevher kitlesidir (bkz.s.233).
5. Doğru D. Capsula interna, medialinde nucleus caudatus ve thalamus, lateralinde nucleus lentiformis'le komşuluk gösteren önemli bir sinir lifleri topluluğudur (bkz.Şek 1-14). A. Serebral hemisferler birbirinden vertikal, sagittal yerleşimli falx cerebri adı verilen fibröz bir septumla ayrılmıştır (bkz. s.428). Tentorium cerebelli horizonlal yerleşimli olup fossa cranii posterior'un tavanını oluşturarak cerebellum'u cerebrum'un oksipital loblarından ayırır (bkz.s.428). B. Loblar altında yer aldıkları kafatası kemiklerine göre adlandırılırlar. C. Corpus callosum herbir serebral hemisferin içinde yerleşmiş olan beyaz cevher kitlesidir (bkz.s.265). E. Herbir hemisferin içindeki boşluğa ventriculus lateralis denir.
6. Doğru B. 8 çift servikal spinal sinir (sadece 7 servikal vertebra) bulunur. A. 12 çift kranial sinir bulunur. C.Bir spinal sinirin radix posterior'unda afferent sinir lifleri bulunur (bkz.s.12). D. Bir spinal sinir, bir radix anterior ve bir radix posterior'un foramen intervertebrale içinde birleşmesinden oluşur. E. Ganglion spinale, medulla spinalis'ten çıkan duysal sinir liflerinin hücre gövdelerini içerir.

7. Doğru C. Bir beyin MRG'si, hidrojen çekirdeğinin manyetik özelliklerini kullanır. Uyarılmış hidrojen çekirdeğinden yayılan sinyal hastanın başı etrafında dönen bir bobine aktarılır (bkz.s.24). A. Bir beyin BT görüntüsü, beyaz cevheri gri cevherden ayırt eder (bkz.Şkl.1-23). B. Lateral ventriküller foramen interventriculare ile üçüncü ventriküle ve buradan mesencephalon'daki aqueductus cerebri ile de dördüncü ventriküle indirekt olarak bağlanırlar (bkz. Şek. 1-11). D. Beynin kafatası içinde travması ve ani hareketi sonrasında beyin tabanındaki büyük arterler nadiren yırtılır. E. Baş yaralanmaları esnasında beyin hareketi narin olan altıncı kranyal siniri gererek zedeleyebilir (ince olan 4.kranyal sinir de hasar görebilir).
8. Doğru B. Hastanın, dik oturur pozisyondaki gibi bir tarafa yatar durumda iken normal serebrospinal sıvı basıncı 60 ile 150 mm sudur. A. Omuriliğin canalis centralis'i içerisindeki serebrospinal sıvı medulla oblongata'nın alt bölümündeki canalis centralis aracılığı ile dördüncü ventriküle geçebilir (bkz.s.450). C.Sıvı beyni ve omuriliği travmatik yaralanmalarda kuvveti dağıtarak koruyucu olarak önemli bir rol oynar (hamile uterus'ta fetüsü koruyan liquor amnii'nin rolü ile kıyaslayın). D. Boyunda vena jugularis interna'nın kompresyonu serebrospinal sıvı basıncını venöz sisteme emilimini engellyerek artırır (bkz.s.460). E. Subaraknoid aralık serebrospinal sıvı ile doludur; subdural aralıkta sadece doku sıvısı bulunur.
9. Doğru E. Üçüncü servikal vertebra dördüncü servikal omurilik segmenti seviyesindedir (bkz. Tablo 1-3, s.16). A. Birinci lumbal vertebra omuriliğin sakral ve koksigeal segmentlerinin seviyesindedir. B. Üçüncü torakal vertebra beşinci torakal omurilik segmentinin seviyesindedir. C. Beşinci servikal vertebra altıncı servikal omurilik segmenti seviyesindedir. D.Sekizinci torakal vertebra onbirinci torakal omurilik segmenti seviyesindedir.
10. Doğru C. Sağ temporal bölge üzerindeki şişkinlik ve sağ os parietale'nin angulus inferior anterior'una uzanan bir lineer fraktürün radyolojik bulgusu sağ a.meningea media'nın zedelendiği ve epidural (ekstradural) bir kanamanın gerçekleştiğine işaret etmektedir. Kan fraktür çizgisi boyunca üzerindeki musculus temporalis ve yumuşak dokuya sızmıştır.
11. Doğru B. Sol taraflı paraliz (sol hemipleji) sağ taraflı epidural kanamanın, sağ serebral hemisferindeki gyrus precentralis'e uyguladığı basının sonucudur.
12. Doğru D. Başlangıçtan beri dar canalis vertebralis'i olan kişilerde kanalın lumbal bölgedeki anlamlı daralması cauda equina'nın basısına ve bu hastada olduğu gibi sırta yayılan ağrıya neden olmuştur.
13. Doğru C. Columna vertebralis osteoartritinin komplikasyonlarından biri foramen intervertebrale'leri daraltan osteofitlerin gelişmesidir. Bu durum, segmental sinirin yayılımı boyunca ağrıya neden olur. Bu hastada önemli derecede nervus ischiadicus'u oluşturan L4-5 ve S1-3 segmental sinirler etkilenmiştir. Bu durum aşağıya doğru yayılan ağrıyı ve bacak kaslarındaki atrofiyi açıklamaktadır.

Ek Okumalar

American Academy of Neurology Therapeutics Subcommittee. Positron emission tomography. *Neurology* 41:163, 1991.

Becker, D. P., Gudeman, S. K. *Textbook of Head Injury.* Philadelphia: Saunders, 1989.

Brooks, D. J. PET: Its clinical role in neurology. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 54:1, 1991.

Duhaime, A. C., Christian, C. W., Rorke, L. B., et al. Nonaccidental head injury in infants—The "shaken-baby syndrome." *N. Engl. J. Med.* 338:1822–1829, 1998.

Goetz, C. G. *Textbook of Clinical Neurology* (2nd ed.). Philadelphia: Saunders, 2003.

Rowland, L. P. (ed.). *Merritt's Neurology* (10th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

Snell, R. S. *Clinical Anatomy by Systems.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2007.

Snell, R. S. *Clinical Anatomy by Regions* (8th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008.

Standing, S. (ed). *Gray's Anatomy* (39th Br. ed.). London: Elsevier Churchill Livingstone, 2005.

BÖLÜM 2

Çeviri: Dr. A. Oya SAĞIROĞLU
Dr. Candan ARMAN

NÖRON VE NÖROGLİANIN NÖROBİYOLOJİSİ

Otuz sekiz yaşındaki bir erkek hasta istemsiz hareketler, kişilik değişikliği ve zihinsel bozukluk hikayesi ile nöroloğa başvurur. Semptomlar sekiz yıl önce sinsice başlamış ve giderek artan bir şekilde daha da kötüleşmiştir. İlk semptomlar istem dışı, ani – sert ve üst ekstremitelerin amaç dışı hareketleri şeklindeydi ve bunlara cisimleri düşürme, beceriksiz hareketler eşlik etmekteydi. Hasta muayeneye geldiği zaman yürüme, konuşma ve yutmada zorluk çekmekteydi. Bu hareket bozukluklarıyla birlikte, hafıza bozukluğu ve entellektüel kapasitesinde kayıp mevcuttu. Keza, ani yapılan düşüncesiz hareketler ve depresyon nöbetleri de ortaya çıkmaktaydı. Hasta ve eşi ile yapılan yakın görüşmede, hastanın baba ve ağabeyinin ölmeden önce benzer semptomları göstermiş oldukları açığa çıktı. Hastaya Huntington hastalığı (korea'sı) tanısı kondu.

Huntington hastalığı, 4 numaralı koromozom'un kısa koluna lokalize olmuş bir defektle bilinen otozomal dominant bir bozukluktur. Histolojik olarak, nucleus caudatus ve putamen oldukça yaygın dejenerasyon gösterirler; temel olarak asetilkolin ve gamma-aminobutirik asit (GABA)-üreten nöronlar sorumludurlar; dopamin nöronları etkilenmemişlerdir. Bununla birlikte, cortex cerebri'de ikincil dejenerasyon da mevcuttur. Bu olgu, temelde belirli grup nöronların sorumlu olduğu herediter bir bozukluğa örnektir.

BÖLÜMÜN HEDEFLERİ

- Nöronu tanımlamak ve uzantılarını isimlendirmek
- Nöron çeşitlerini öğrenmek ve sinir sisteminin farklı kısımlarında onları tanımak
- Nöronun hücre biyolojisini gözden geçirmek ve sinir hücresi ile uzantılarının fonksiyonunu anlamak
- Fizyolojisi ile ilgili olarak plazma membranının yapısını gözden geçirmek
- Hücre gövdesinden akson terminallerine maddelerin transportunu öğrenmek
- Sinapslar ve nörotransmitterlerin yapı ve fonksiyonunu anlamak
- Sinir hücreleri için nöroglial hücrelerin destekleyici fonksiyonunu gözden geçirmek ve nöronal metabolizma, fonksiyon ve nöronal ölümde oynamış oldukları muhtemel rolü gözden geçirmek

Bu bölümün amacı, çabuk uyarılabilen temel hücre–nöron'un–diğer nöronlarla nasıl bağlantı kurduğunu anlaması için öğrenciyi hazırlamaktır. Aynı zamanda, nöronun belli temel yaralanmalarını ve nöronların birbirleriyle ilişkilerinin mekanizması üzerinde ilaçların etkilerini açıklamaktır.

Nöronun Tanımı

Nöron, sinir hücre gövdesi ve tüm uzantılarına verilen isimdir (Şek. 2-1). Nöronlar, uyarıların alınması ve sinir impulsunun iletimi için özelleşmiş, uyarılabilen hücrelerdir. Büyüklük ve şekil bakımından oldukça çeşitlidirler, fakat herbiri **hücre gövdesi** ve yüzeyinden **nöritler** adı verilen bir yada daha çok sayıdaki uzantıya sahiptir (Şek. 2-2). Bilginin alınması ve hücre gövdesine doğru iletilmesinden sorumlu olan nöritlere **dendritum (dendirit)** adı verilir. İmpulsları hücre gövdesinden uzaklaştırarak ileten, tek ve uzun tubular nörite **akson** denir. Dendiritler ve aksonlar genellikle **sinir lifleri** olarak bilinirler.

Nöronlar beyin (encephalon), omurilik (medulla spinalis) ve ganglionlarda bulunurlar. Vücuttaki diğer pekçok hücreden farklı olarak, normal ve olgun nöronlar bölünmez ve çoğalmazlar.

Nöronların Çeşitleri

Nöronun hücre gövdesi, çap olarak 5 μm kadar küçük yada 135 μm kadar büyük olabilmesine karşın, uzantıları yada nöritleri 1 m.'den daha uzak mesafelere uzanabilirler. Nöritlerin dallanma tarzları, sayı ve uzunlukları nöronların sınıflanması için morfolojik bir yöntemi şart koşar.

Unipolar nöronlar (neuria unipolare)'da hücre gövdesi tek nörite sahiptir, ki bu nörit hücre gövdesinden ayrıldıktan kısa bir mesafe sonra ikiye ayrılır; dallardan biri bazı periferal yapılara doğru ilerler, diğeri ise merkezi sinir sistemine girer (Şek.2-3). Bu tek nöritin dalları, aksonun yapısal ve fonksiyonel karakteristiklerine sahiptir. Bu tip nöronlarda, reseptör taraftaki aksonun periferal ucunda bulunan ince terminal dallar dendiritler olarak bilinirler. Bu şekildeki nöron örnekleri arka kök ganglionunda (ganglion spinale'de) bulunurlar.

Bipolar nöronlar (neuria bipolare), her iki ucundan birer nöritin çıktığı ince ve uzun bir hücre gövdesine sahiptirler (Şek.2-3). Bu tip nöron örnekleri, retinal bipolar hücreler ile kohlear ve vestibular duyu ganglionlarında bulunurlar.

Multipolar nöronlar (neuria multipolare), hücre gövdesinden çıkan çok sayıda nörite sahiptirler (Şek.2-3). En uzun uzantı olan akson dışındaki diğer nöritler dendiritlerdir. Beyin (encephalon) ve omuriliğin (medulla spinalis) çoğu nöronları bu tiptedirler.

Nöronlar büyüklüklerine göre de sınıflanabilirler:

Golgi tip I nöronlar, 1 m. yada uç vakalarda daha da uzun olabilen bir aksona sahiptirler (Şekiller 2-4 – 2-6). Bu nöronların aksonları, encephalon ve medulla spinalis'in uzun lifli yollarını ve periferal sinirlerin sinir liflerini oluştururlar. Cortex cerebri'nin piramidal hücreleri, cortex cerebelli'nin Purkinje hücreleri ve medulla spinalis'in motor hücreleri bunlara iyi birer örnektirler.

Golgi tip II nöronlar, komşu hücre gövdesinde son bulan yada bütünüyle olmayabilen kısa bir aksona sahiptirler (Şekiller 2-5 ve 2-6). Golgi tip I nöronlara göre oldukça fazla sayıdadırlar. Bu nöronlardan çıkan kısa dendiritler, hücrelere yıldız-şekilli bir görünüm verirler. Bu nöronlar cerebral ve cerebellar cortex'te çok sayıdadırlar, ekseriya inhibitor fonksiyon görürler. Tablo 2-1, nöronların sınıflamasını özetlemektedir.

Nöronun Yapısı

Sinir Hücre Gövdesi (Corpus Neurale)

Sinir hücresi gövdesi, diğer hücrelerde olduğu gibi esas olarak içinde nucleusun gömülü olduğu sitoplazma kitlesinden ibarettir (Şekiller 2-7 ve 2-8), dış tarafından plazma membranı ile çevrelenmiştir. Sinir hücresi gövdesi içindeki sitoplazma hacmının, nöritlerin içindeki toplam sitoplazma hacmından çok daha az olduğunu belirtmek ilginç olacaktır. Cortex cerebelli'nin küçük granüler hücrelerinin hücre gövdeleri yaklaşık olarak 5 μm çapında ölçülmesine karşın, büyük ön boynuz hücrelerinin çapı 135 μm kadar büyüklüktedirler.

Nukleus

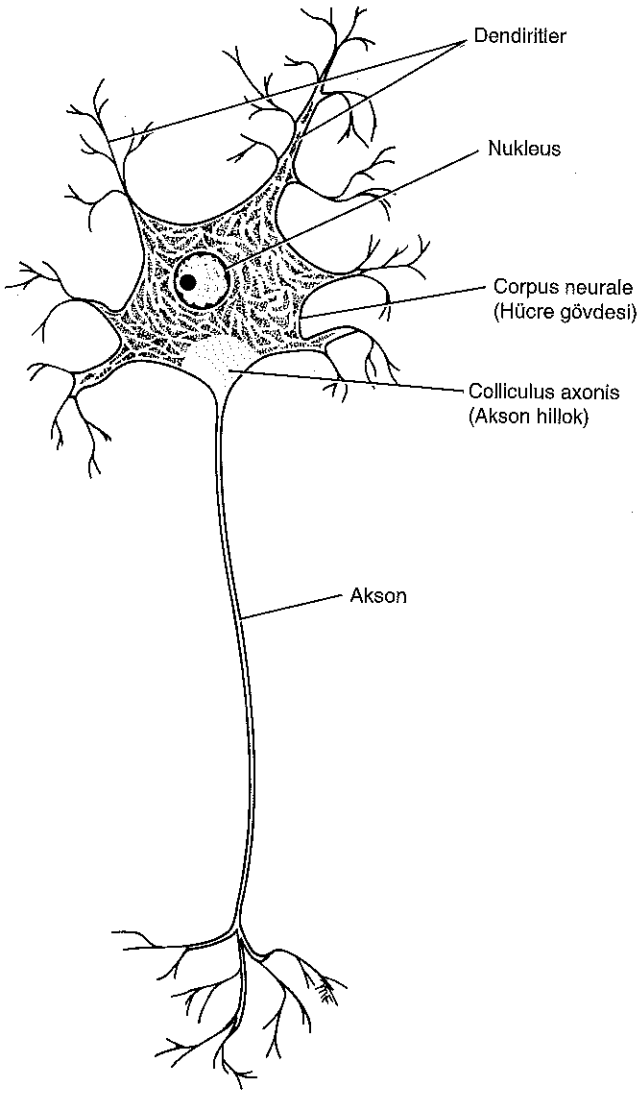
Genleri depolayan nukleus, hücre gövdesinin içinde genellikle merkezi olarak yerleşmiştir, tipik olarak büyük ve yuvarlaktır.[1] Olgun nöronlarda kromozomlar, artık daha

[1] Sitolojide kullanılan *nucleus* terimini, merkezi sinir sisteminde ayrıcalıklı bir grup sinir hücresi gövdelerinin belirtildiği nöroanatomideki *nucleus* terimi ile karıştırmamalıdır.

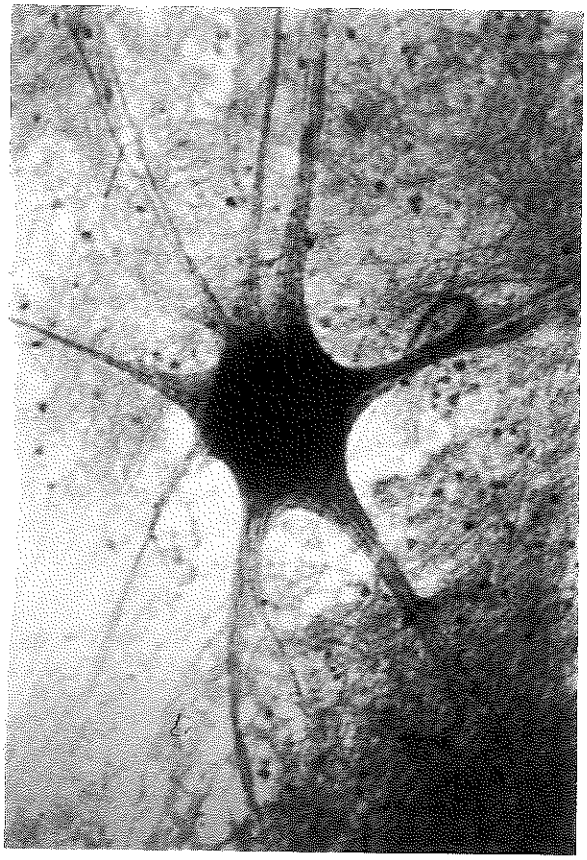
fazla kendilerini eşlemezler (duplike olmazlar) ve fonksiyonu sadece gen açığa çıkarmaktır (gen ekspiresyonudur). Bu nedenle kromozomlar sıkı – yoğun (kompakt) yapılar olarak düzenlenmemişlerdir, fakat kangallaşmamış (sarmallaşmamış) durumda mevcudiyetlerini korurlar. Nukleus, bu nedenle soluk renklidir ve ince kromatin granülleri bol miktarda dağılmıştır (Şekiller 2-6 ve 2-7). Ribozomal ribonukleik asit (rRNA) senteziyle ve ribozom altbirimi (subunit) topluluğu ile ilgili olan, genellikle bir adet belirgin bir nukleolus vardır. Nukleolusun büyük olması muhtemelen protein sentezinin yüksek hızına bağlıdır, ki bu durum hücre gövdesinde olduğu kadar uzun nöritlerde de mevcut olan fazla miktardaki sitoplazma hacmindaki protein seviyesini muhafaza etmek için gereklidir.

Kadında bulunan iki X kromozomundan biri yoğundur ve **Barr cisimciği** olarak bilinir. Seks kromatininden oluşmuştur ve nuklear örtünün iç yüzeyine yerleşiktir (nucleus zarının iç yüzüne dayalıdır).

Nuklear örtü (nukleus zarı - nucleolemma) (Şekiller 2-8 ve 2-9), sitoplazmanın granülalı endoplazmik retikulumunun özel bir kısmı olduğu şeklinde değerlendirilir ve



Şekil 2-1 Bir nöron.



Şekil 2-2 Omuriliğin (medulla spinalis) simir (smear) preparasyonunun mikrofotografı; hücre gövdesi ve uzantılarıyla yada nöritleriyle bir nöronu göstermektedir.

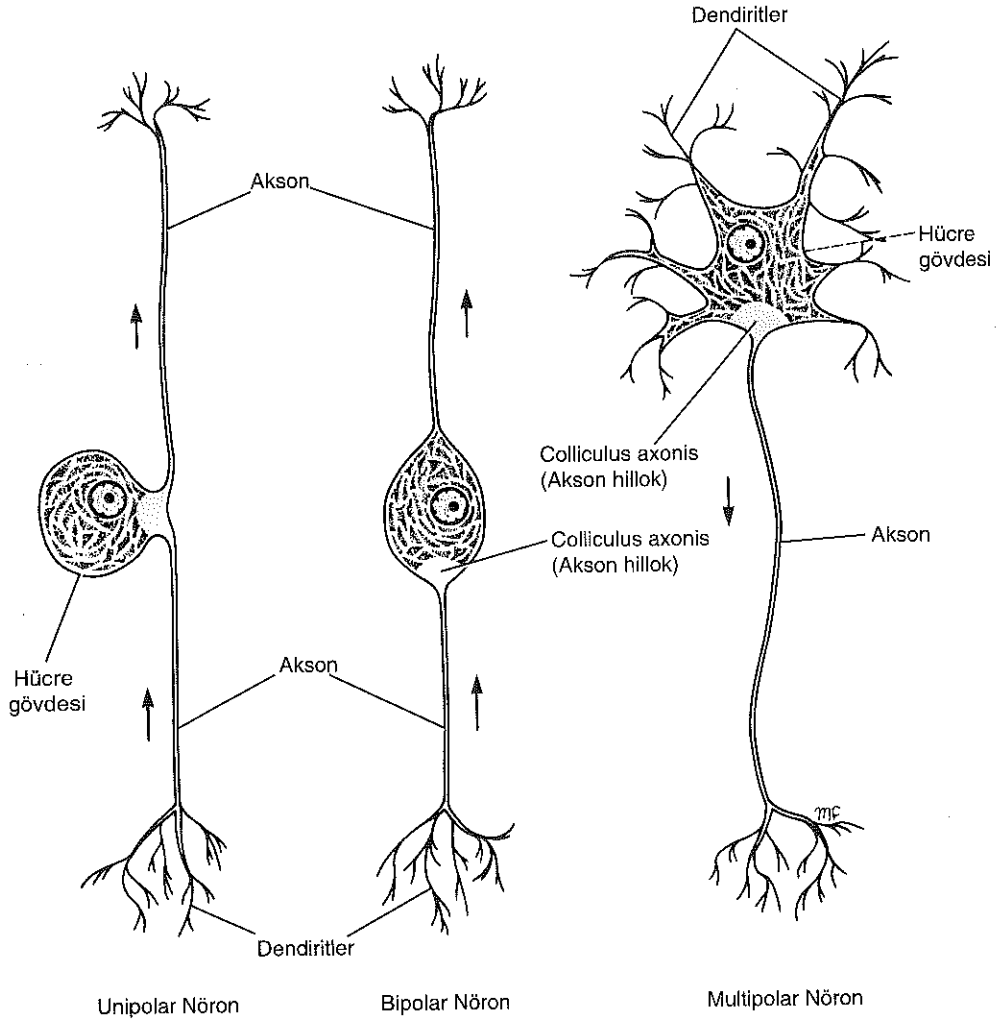
sitoplazmanın endoplazmik retikulumu ile devam eder. Nuklear örtü (nucleolemma), çift katlıdır; maddelerin nukleusun içine ve dışına doğru diffüze olabildiği ince **nuklear porlar** içerir (Şek. 2-8). Nukleoplazma ve sitoplazmanın, fonksiyonal olarak devamlı oldukları düşünülür. Yeni oluşmuş ribozomal altbirimler (subunit'ler), nuklear porlar yoluyla sitoplazma içine geçebilirler.

Sitoplazma

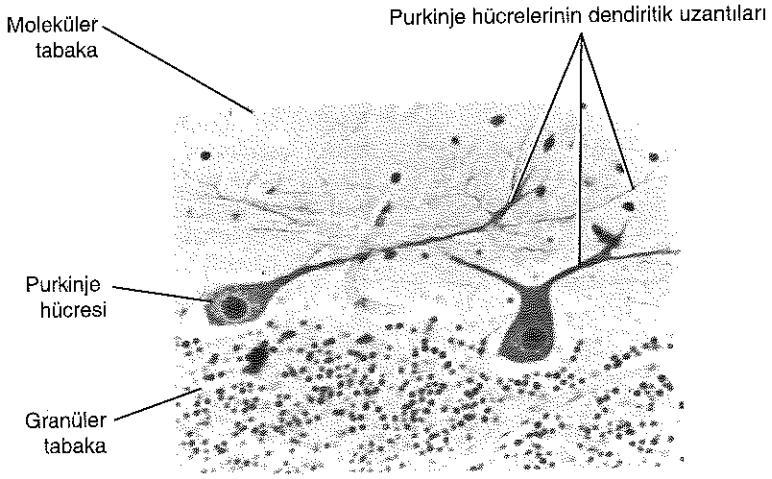
Sitoplazma, granüler (reticulum endoplasmicum granulosum) ve agranüler endoplazmik reticulum (reticulum endoplasmicum nongranulosum) bakımından zengindir (Şekiller 2-9 ve 2-10) ve aşağıda belirtilen organeller ile inklüzyonları içerir: (a) Nissl maddesi (cisimciği); (b) Golgi kompleksi; (c) mitokondria(mitokondrionlar); (d) mikrofilamentler; (e) mikrotubuller; (f) lizozomlar; (g) sentrioller ve (h) lipofuskin (lipofuksin, lipofussin), melanin, glikojen ve lipid.

Nissl maddesi (cisimciği) hücre gövdesinin aksona yakın kısmındaki colliculus axonis **(akson hillok – akson tepesi)** olarak adlandırılan bölge dışında, tüm sitoplazmaya dağılmış granüllerden oluşmuştur (Şek. 2-11). Granüler madde aynı zamanda dendiritlerin proksimal kısımlarına kadar uzanır, aksonda bulunmaz.

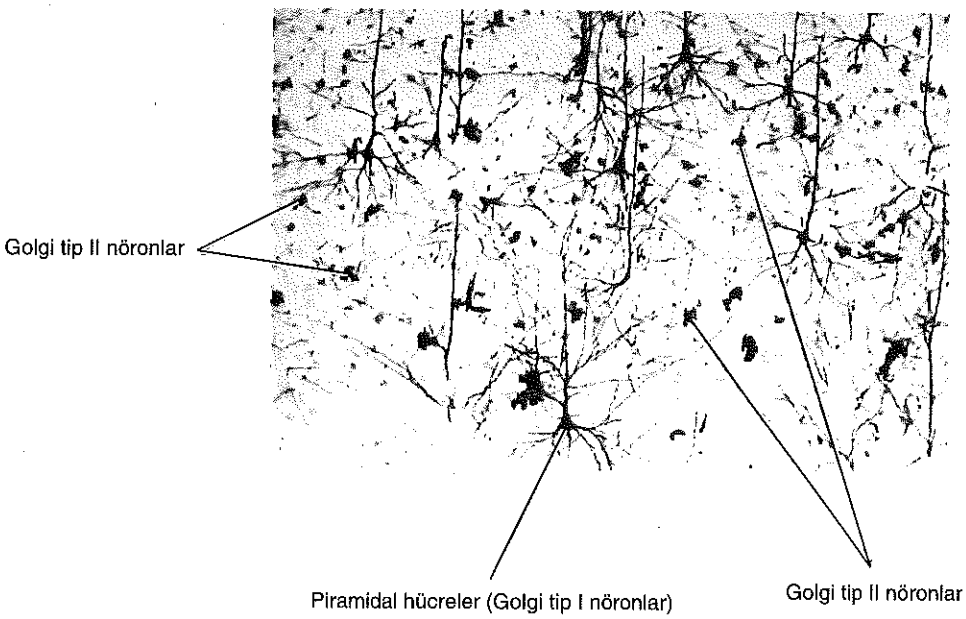
Elektron mikroskopik fotoğraflar Nissl cisimciğinin birbiri üzerine yığılmış, geniş sisternalar şeklinde dizilen granüllü endoplazmik reticulumdan (Şek. 2-12) oluştuğunu göstermektedir. Pekçok ribozom endoplazmik reti-



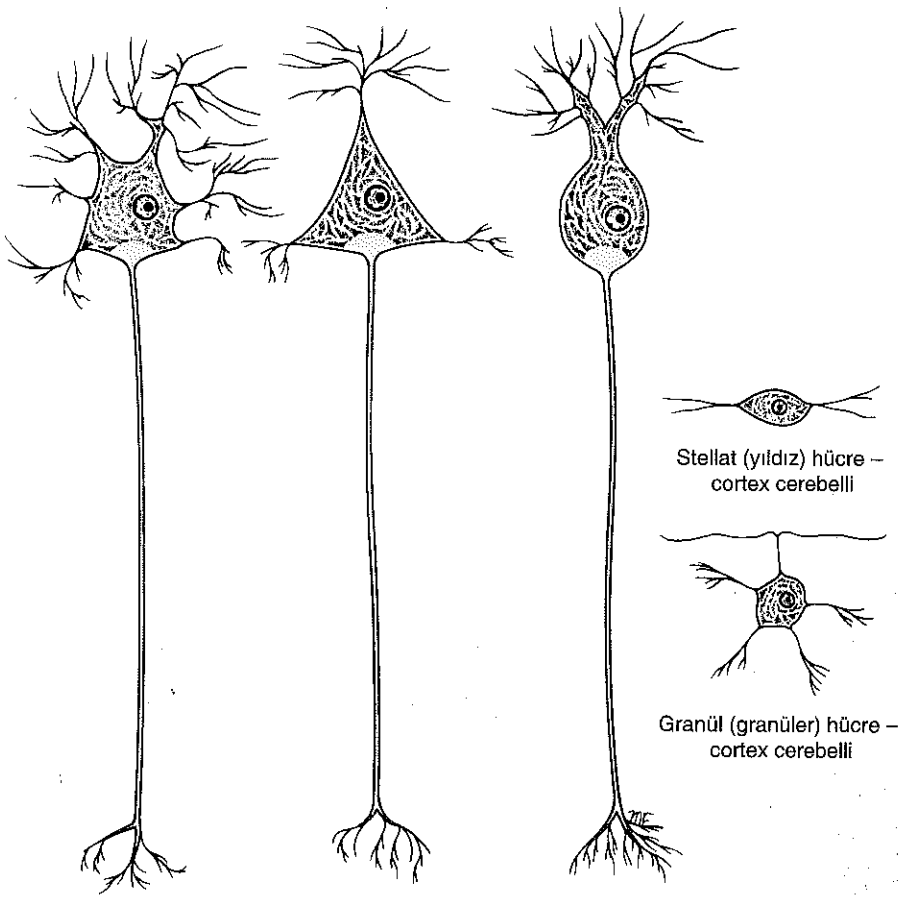
Şekil 2-3 Sayı, uzunluk ve nöritlerinin dallanma tarzına (modeline) göre nöronların sınıflaması.



Şekil 2-4 İki Purkinje hücresinin görüldüğü serebellar korteks'in (cortex cerebelli'nin) gümüş-boyama (gümüşleme) kesitinin mikrofotografı. Bunlar Golgi tip I nöronlara örnektir.



Şekil 2-5 Serebral korteks'in (cortex cerebri'nin) gümüşle-boyama (gümüşleme) kesitinin fotomikrografı. Golgi tip I nöronlara örnek olan büyük piramidal hücreler ile çok sayıdaki Golgi tip II nöronların varlığına dikkat ediniz.



Şekil 2-6 Nöronların değişik tipleri.

Tablo 2-1 Nöronların Sınıflaması

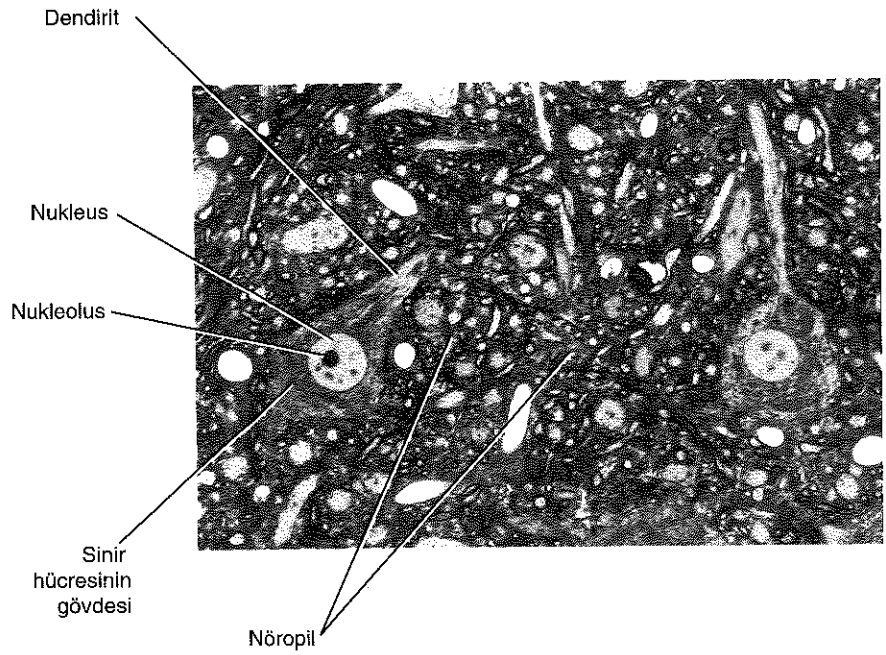
Morfolojik Sınıflama	Nöritlerin Düzenlemesi	Yerleşim
Nöritlerin Sayı, Uzunluk ve Dallanma Tarzı (Modeli)		
Unipolar	Tek nörit hücre gövdesinden kısa bir mesafe sonra ikiye ayrılır	Arka kök ganglionu
Bipolar	Hücre gövdesinin her iki ucundan birer nörit çıkar	Retina, cochlear ve vestibular duyu ganglionları
Multipolar	Çok sayıda dendirit ve bir adet uzun akson	Beyin ve omuriliğin traktus lifleri, periferik sinirler ve omuriliğin motor hücreleri
Nöronun Büyüklüğü		
Golgi tip I	Tek uzun akson	Beyin ve omuriliğin traktus lifleri, periferik sinirler ve omuriliğin motor hücreleri
Golgi tip II	Kısa akson, dendiritleri ile yıldıza benzer	Cortex cerebri ve cortex cerebelli

culumun yüzeyine tutunmuş olmasına karşın, çok daha fazla sayıdaki ribozom sisternaların arasındaki aralıklarda serbest olarak bulunurlar. Ribozomların RNA içermesi nedeniyle, Nissl maddesi bazofiliktir ve toluidin mavisi yada diğer bazik anilin boyalarla boyanarak (Şek. 2-11) ışık mikroskobu ile çok iyi gösterilebilir.

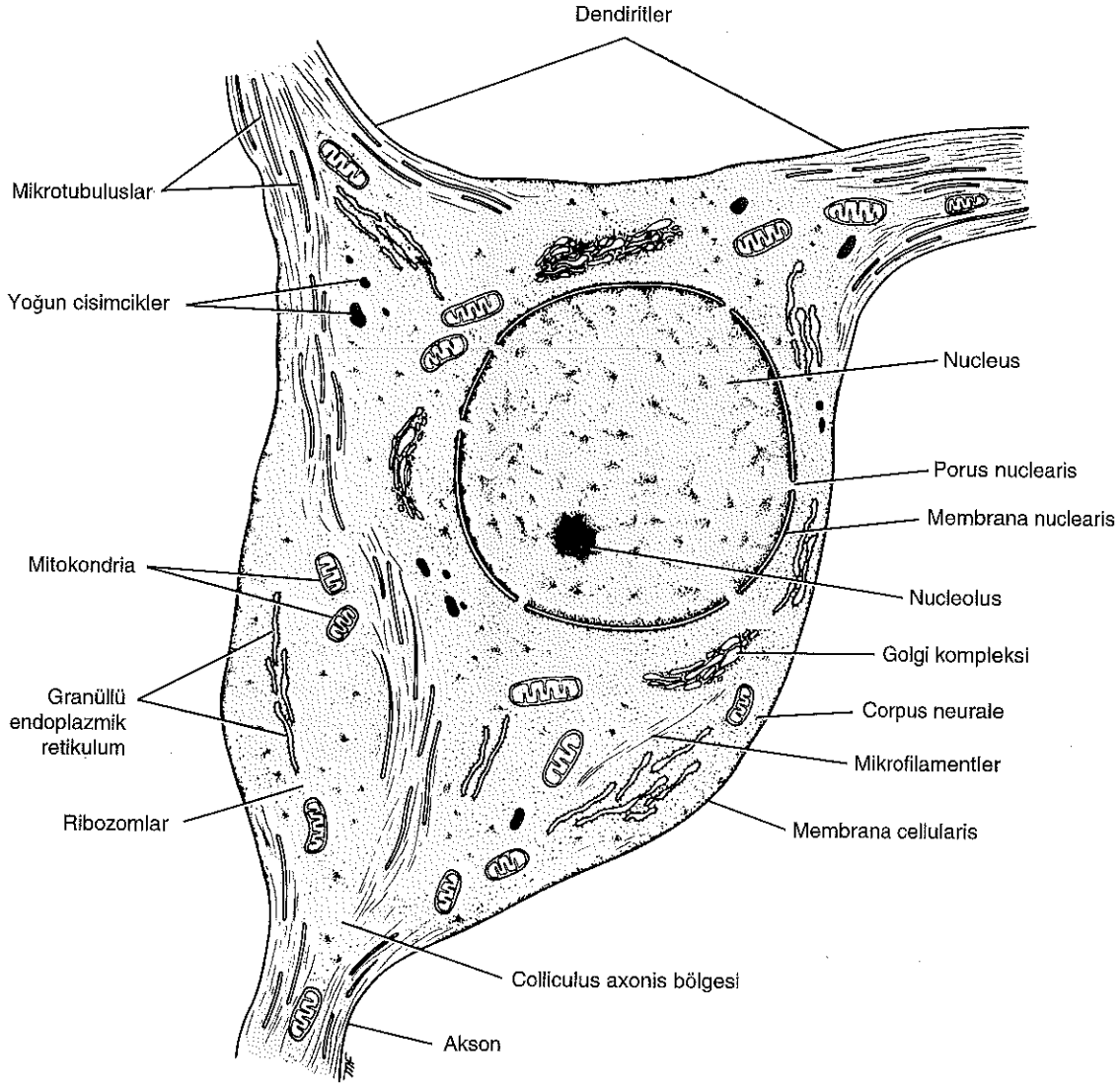
Nissl cisimciği protein sentezinden sorumludur, akson ve dendiritler boyunca akarak seyreder ve hücresel aktivite sırasında parçalanan proteinlerin değiş tokuşunu (yer değiştirmesini) sağlar. Yorgunluk yada nöronal hasarlar, Nissl cisimciğinin hareket etmesine ve sitoplazmanın periferisinde yoğunlaşmasına neden olurlar. Bu durum, Nissl maddesinin kaybolmuş olduğu izlenimini verir ve **kromatolizis** olarak bilinir.

Golgi kompleksi, gümüş-osmium metodu ile boyandıktan sonra ışık mikroskobuyla bakıldığında, nukleusun etrafında düzensiz dalgalı ipliklerden oluşmuş bir ağ gibi görünür. Elektron mikroskopik fotoğraflarda yassılaşmış sisterna kümeleri ve düz (granülasız) endoplazmik retikulumun küçük vesikülleri gibi görünür (Şekil 2-8 ve 2-9).

Nissl cisimciği tarafından üretilen protein, transport vesikülleri içinde Golgi kompleksinin iç tarafına iletilir; geçici olarak depolanır ve burada glikoproteinleri oluşturmak için, proteine karbonhidrat eklenebilir. Proteinlerin transport vesikülleri yoluyla bir sisternadan diğerine geçebildiklerine (hareket ettiklerine) inanılır. Golgi kompleksinin herbir sisternası, farklı tiplerdeki enzimatik reaksiyon için özelleşmiştir. Kompleksin diğer



Şekil 2-7 Medulla spinalis gri cevher columna anterior kesitinin mikrofotografı, nukleuslarıyla iki büyük motor sinir hücresini göstermektedir. Nukleuslardan birindeki belirgin nukleolus'a dikkat ediniz.



Şekil 2-8 Nöronun ince yapısının şematik görünüşü.

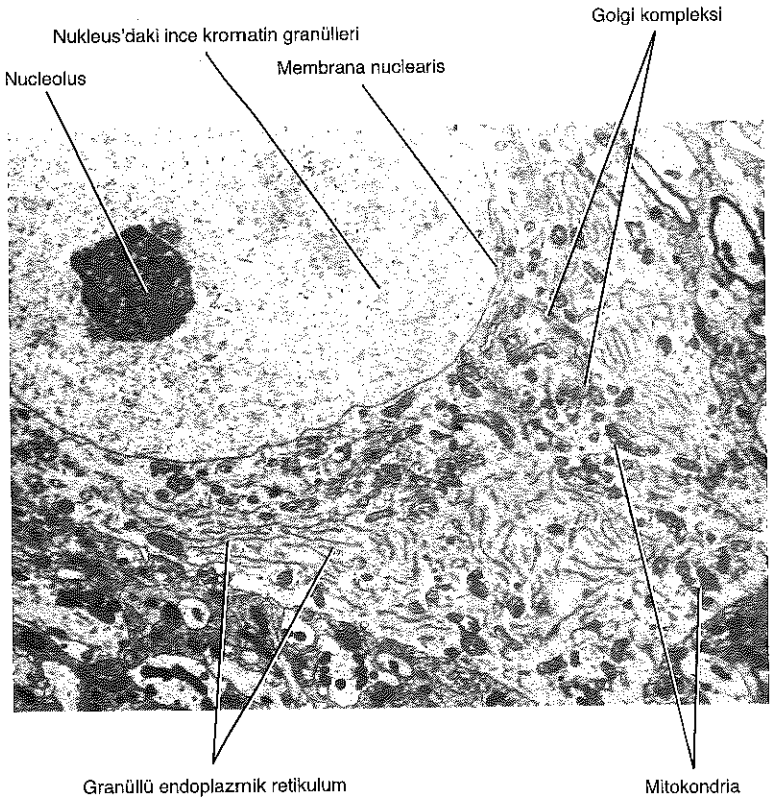
(geçiş) tarafında makromoleküller, sinir terminallerine (uçlarına) iletilmek üzere vesiküller içerisinde bir kılıfla sarılırlar (küçük desteler [-granül-] haline getirilirler). Golgi kompleksinin lizozom üretiminde ve hücre membranlarının sentezinde aktif olduğu da düşünülür. Son fonksiyonu (hücre membranlarının sentezi), akson terminallerindeki sinaptik vesiküllerin oluşumunda özellikle önemlidir.

Mitokondria (mitokondrionlar); hücre gövdesi, dendritler ve aksonlarda yer yer dağılmış olarak bulunurlar (Şekiller 2-8 ve 2-9). Küre yada çubuk şekillidirler. Elektron mikroskopik fotograflarda duvarları karakteristik çift membranı gösterir (Şek. 2-8). İç membranı, mitokondrionun merkezine doğru uzanan kristalar yada katlantılara şekillenir. Mitokondrionlar en başta iç mitokondrial membranda yerleşmiş olan pekçok enzime sahiptirler. Bu enzimler, solunumun (respirasyonun) trikarboksilik asit siklusunda ve sitokrom zincirlerinde görev alırlar. Bu nedenle mitokondrionlar, diğer hücrelerde de olduğu gibi, enerji üretiminden dolayı sinir hücrelerinde önemlidirler.

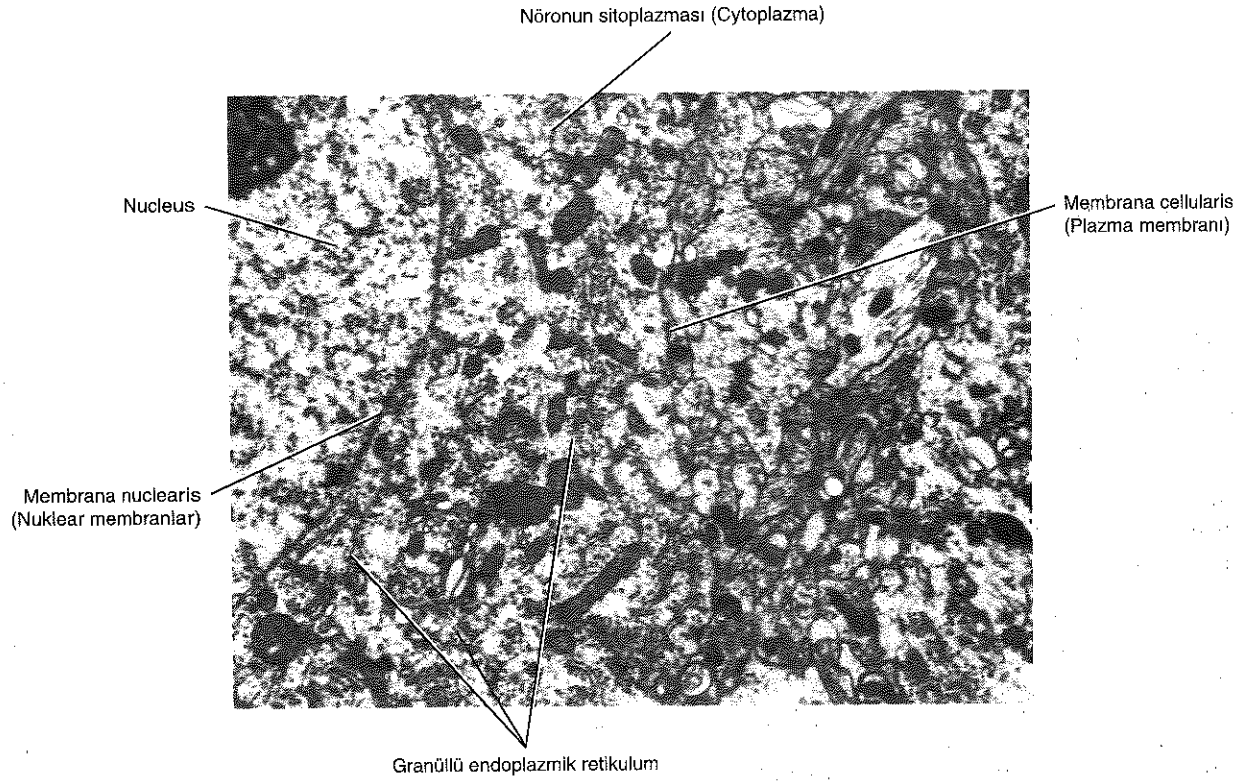
Nörofibriller, gümüşle boyandıktan sonra ışık mikroskopla görüldüğü gibi, çok sayıdadırlar ve hücre gövdesinden nöritlerin içerisine doğru birbirlerine parelel olacak şekilde uzanırlar (Şek. 2-13). Elektron mikroskopla; nörofibriller **nörofilamentler**'in demetleri şeklinde ayrılarak dağılırlar,–herbir filament yaklaşık olarak 10 nm çapındadır (Şek. 2-14). Nörofilamentler, sitoplazma iskeletinin (sitoskeleton'un) ana komponentini oluştururlar. Kimyasal olarak nörofilamentler çok kararlıdırlar (dengeli durumdadırlar) ve sitokeratin familyasına aittirler.

Mikrofilamentler, çap olarak yaklaşık 3 - 5 nm ölçülerindedirler ve aktinden oluşurlar. Mikrofilamentler, yoğun bir ağ oluşturdukları hemen plazma membranının altındaki sitoplazmanın periferisinde konsantre olmuşlardır. Mikrotubullerle birlikte mikrofilamentler, yeni hücre uzantılarının oluşumunda ve eski olanların geri çekilmesinde (büzülüp kısalmasında) anahtar rol oynarlar. Onlar aynı zamanda, akson transportunda mikrotubullere yardım ederler.

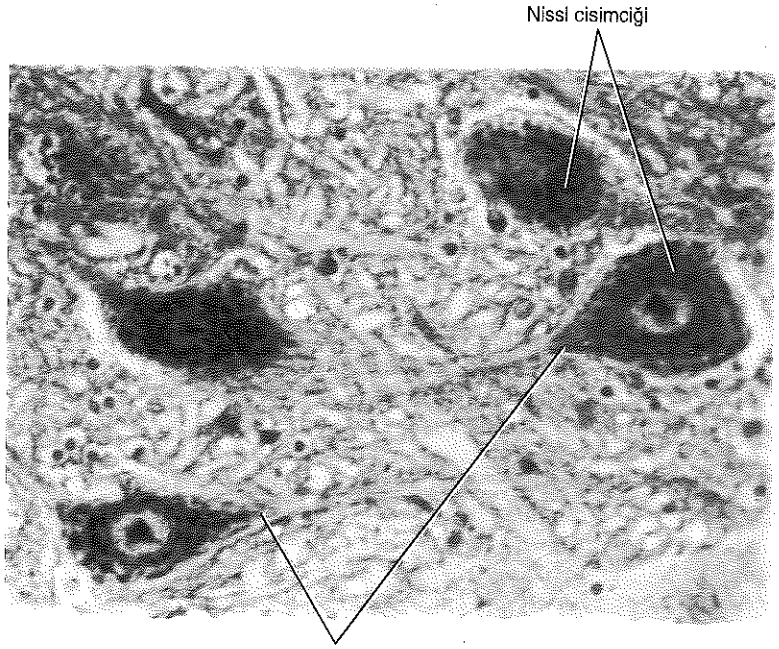
Mikrotubuller, elektron mikroskopla gösterilirler ve diğer hücre tiplerinde görülenlere benzerler. Yaklaşık ola-



Şekil 2-9 Nukleus'un yapısı ve çok sayıda sitoplazmik organellerin görüldüğü nöronun elektron mikroskopik fotografı. (Dr. J. M. Kerns'in izniyle).



Şekil 2-10 Nuklear ve plazma membranları ile sitoplazmik organellerin görüldüğü nöronun elektron mikroskopik fotografı. (Dr. J. M. Kerns'in izniyle).



Şekil 2-11 Toluidin mavisi ile boyanmış medulla spinalis gri cevher columna anterior'unun kesitinin fotomikrografı. Dört nöronun sitoplazmalarında koyu-boyanmış Nissl cisimciğinin bulunduğuna dikkat ediniz.

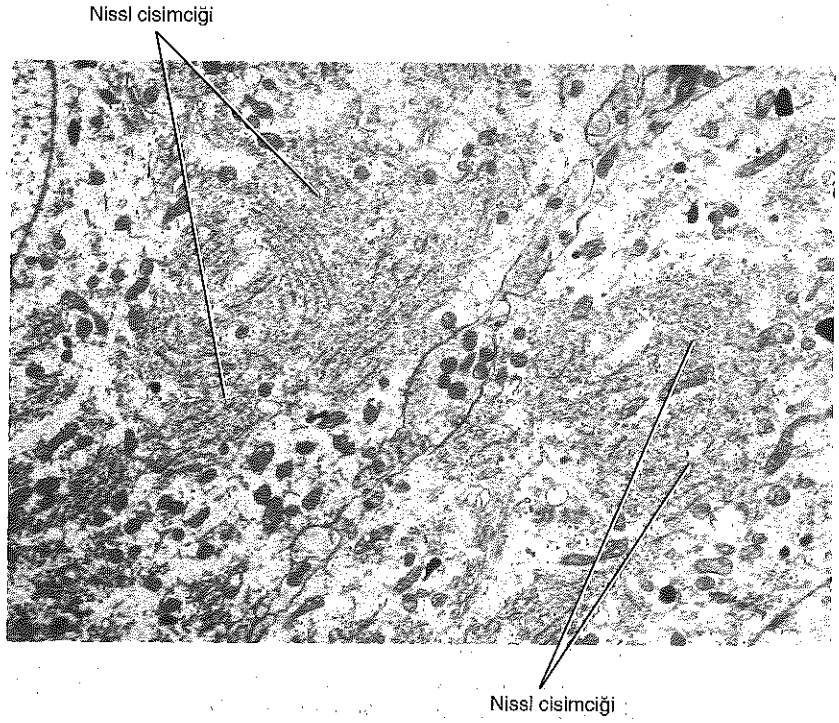
rak 25 nm çapındadırlar ve nörofilamentlerin arasına serpilmişlerdir (Şek. 2-14). Hücrenin gövdesi ve uzantıları boyunca uzanırlar. Akson içinde; bütün mikrotubuller, bir ucunda hücre gövdesini diğer ucunda ise hücre gövdesinden distale uzaklaşacak şekilde yönelmiş parelel dizilimli düzenlenmişlerdir.

Mikrotubuller ve mikrofilamentler, moleküler güçler (motorlar) tarafından hareket etmesine izin verilen spesifik organeller için sabit (durağan) bir yol oluştururlar. Durma-ve-başlama hareketlerine, bu yoldan organellerin periyodik olarak ayrılması (çözüşmesi) yada diğer yapılarla çarpışması neden olur.

Hücre transportu (taşıması); membran organellerinin hareketi, salgı yapıcı (sekretuvar) maddeler, sinaptik prekürsor membranlar, büyük yoğun özlü (çekirdekli) vesiküller, mitokondrionlar ve agranüler endoplazmik retikulumu içerir.

Hücre transportu, hücrenin gövdesi ve uzantılarında her iki yönde oluşabilir. İki çeşittir: hızlı (günde 100 - 400 mm) ve yavaş (günde 0.1 - 3 mm).

Hızlı transport (hızlı taşıma) (günde 100 – 400 mm), mikrotubulun adenozin trifosfat (ATP)-ase tarafları ile ilişkili iki güç (motor) proteini tarafından oluşturulur ki bunlar; anterograde (hücreden uzağa) hareket için **kine-**

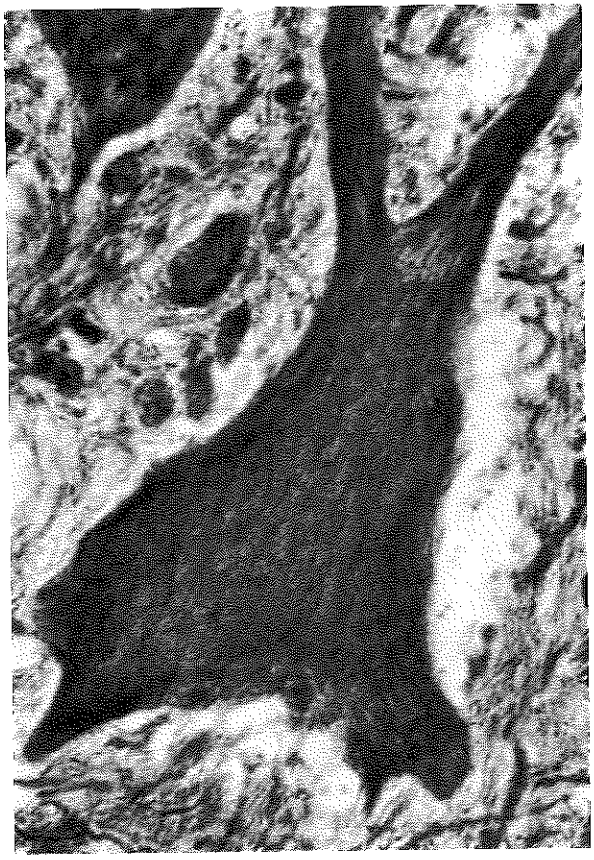


Şekil 2-12 Nissl cisimciklerinin (maddesinin) yapısının görüldüğü iki nöronun sitoplazmasının elektron mikrografı. (Dr. J. M. Kerns'in izniyle.)

zin (kinesin) ve retrograde hareket için **dinein (dynein)**'dir. Anterograde harekette, kinezin-kaplı (örtülü) organellerin tubulun bir ucuna doğru ve retrograde harekette ise dinein-kaplı (örtülü) organellerin tubulun diğer ucuna doğru hareket ettiklerine inanılır. Bir organelin hareketinin yön ve hızı, güç (motor) proteinlerinin biri yada her ikisinin birden aynı zamandaki aktivasyonuyla oluşturulur.

Yavaş transport (yavaş taşıma) (günde 0.1 – 3 mm), mitokondrionlar ve diğer organellerin hareketlerinin de dahil olduğu, sitoplazmanın hacımca hareketini gerektirir. Yavaş aksonal transport, sadece anterograde yönde meydana gelir. Moleküler güç (motor) henüz tanımlanamamıştır; fakat muhtemelen kinezin familyasından bir tanesidir.

Lizozomlar, yaklaşık olarak 8 nm çapında membranla-sınırlanmış veziküllerdir. İntraselüler çöpçüler gibi davranarak hücreye hizmet ederler ve hidrolitik enzimler içerirler. Golgi kompleksi (aparatı)'nden tomurcuklanarak (boğumlanarak) oluşurlar. Lizozomlar üç şekilde bulunurlar: (1) **primer lizozomlar,** yeni oluşmuş şekildekilerdir; (2) **sekonder lizozomlar,** kısmen sindirilmiş materyali (miyelin figürleri - miyelin artıkları) içerirler; ve (3) **artık cisimler** (residual body'ler), içlerindeki enzimler aktif değildir ve pigment, lipid gibi sindirilmiş maddelerle doludurlar.



Şekil 2-13 Nöronun gümüş-boyama (gümüşleme) kesitinin mikrofotografı; nöritler ve hücre gövdesinin sitoplazmasında bulunan çok sayıdaki nörofibrillerin varlığını göstermektedir.

Sentrioller, bölünmekte olan olgunlaşmamış sinir hücrelerinde bulunun küçük, çift yapılardır. Herbir sentriol, duvarı mikrotubul demetlerinden yapılmış içi boş bir silindirdir. Hücre bölünmesi esnasında iğ (mekik) oluşumu ile ilişkilidirler ve mikrotubullerin oluşumunda bulunurlar. Sentrioller olgun sinir hücrelerinde de bulunurlar, ki bu durumda mikrotubullerin yapılandırılması ile ilişkili olduklarına inanılır.

Lipofuksin (Lipofuskin) **(pigment materyali),** sitoplazma içinde sarımtırak-kahverengi granüller olarak görünür (Şek. 2-15). Lizozomal aktivite sonucunda oluştuğuna ve zararsız bir metabolik yan-ürün olduğuna inanılır. Lipofuksin yaşlanmayla artar.

Melanin granülleri, beyinin belli kısımlarındaki hücrelerin sitoplazmalarında bulunur (örn., mesencephalon'un substantia nigra'sı). Melanin granüllerinin varlığı, nörotransmitteri dopamin olan bu nöronların katekolamin-sentezleme kabiliyetiyle ilişkilidir.

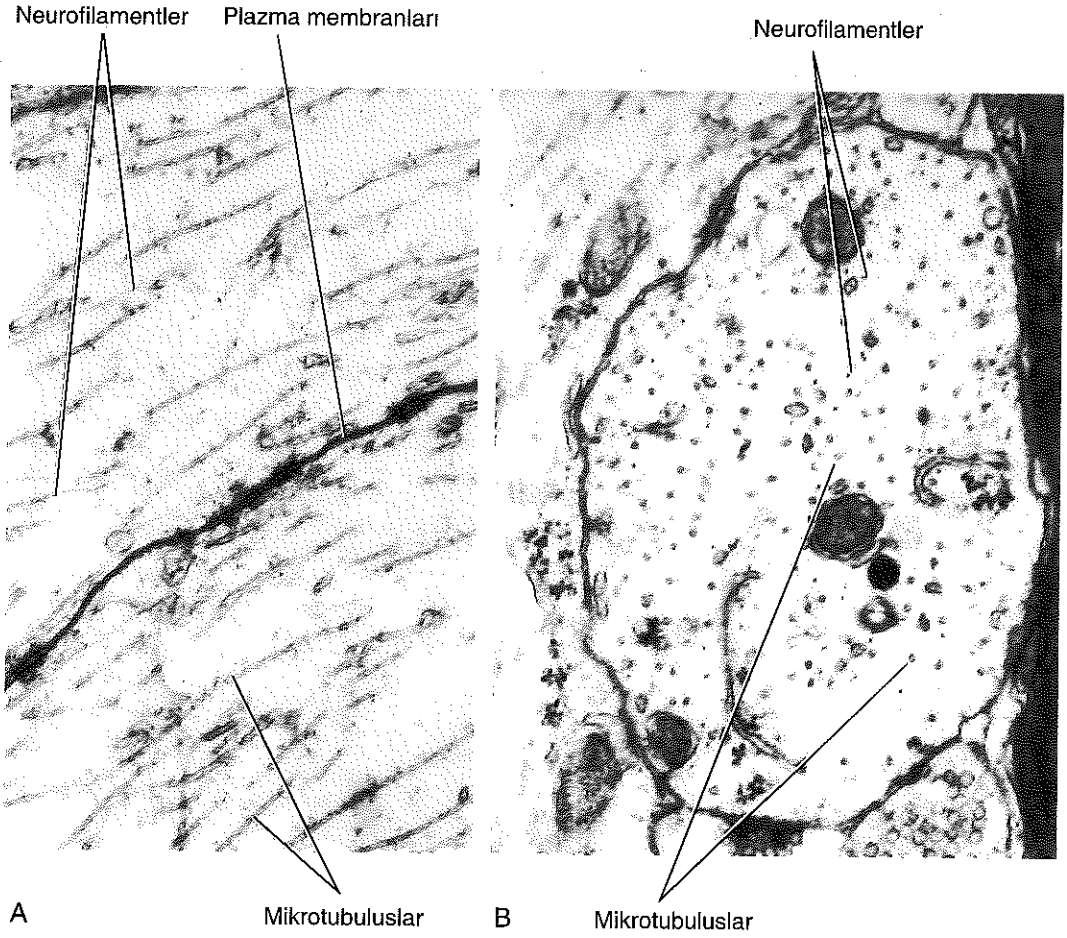
Sinir hücresi gövdesinde bulunan ana yapılar Tablo 2-2 de özetlenmiştir.

Plazma Membranı

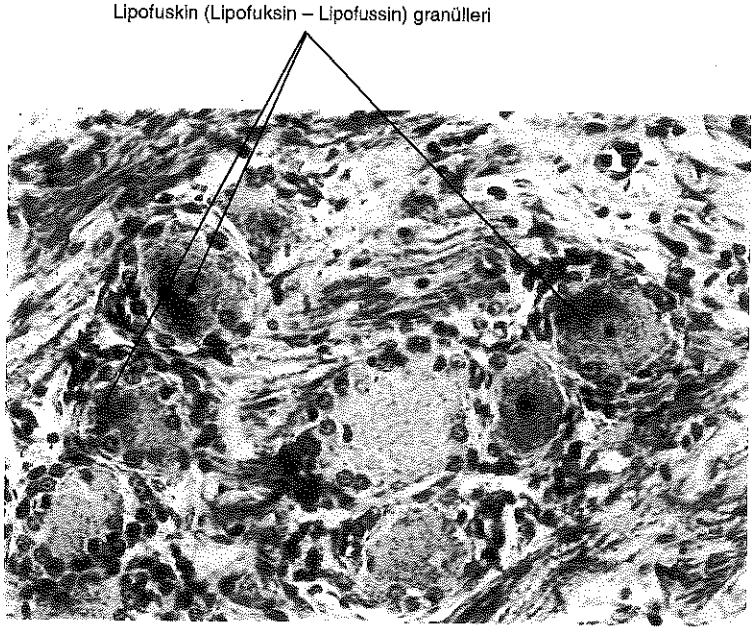
Plazma membranı, hücre gövdesi ile uzantılarının kesintisiz olan dış sınırını oluşturur ve nöronda sinir impulsunun başlangıcı ile iletiminin oluştuğu yerdir (Şekiller 2-10 ve 2-14). Membran yaklaşık olarak 8 nm kalınlıktadır, ışık mikroskopla görülebilmek için çok incedir. Elektron mikroskop altında bakıldığı zaman, plazma membranı iki koyu çizgi ile aralarındaki açık bir çizgi olarak görünür.

Plazma membranı, herbiri yaklaşık olarak 2.5 nm kalınlıkta ve çok gevşek dizilmiş protein moleküllerinden oluşan iç ve dış tabaka ile, bunları ayıran yaklaşık olarak 3 nm kalınlıktaki lipidden oluşan orta tabakadan meydana gelmiştir. Lipid tabakası, hidrofobik uçları birbirleriyle ve polar uçları ise protein tabakaları ile temasta olan iki sıra fosfolipid molekülünden yapılmıştır. Bazı protein molekülleri fosfolipid tabakasının içine yerleşmişlerdir ve lipid tabakasının tüm genişliğince bir taraftan diğer tarafa kadar uzanırlar. Bu moleküller, hidrofilik kanalları boyunca membrandan inorganik iyonların hücreye girip çıkmasını sağlarlar. Karbonhidrat molekülleri; plazma membranının dış yüzüne tutunurlar ve proteinler yada lipidlerle bağlantılıdırlar, bu oluşum **hücre örtüsü** ya da **glikokaliks** olarak bilinir.

Plazma membranı ve hücre örtüsü birlikte; bazı iyonların diffüzyonla geçmesine izin veren, fakat diğer bazı iyonların ise geçişine izin vermeyen yarı geçirgen (semipermeabl) bir zar oluştururlar. Dinlenme fazında (stimule olmamış fazda) K^+ iyonları, hücre sitoplazmasından doku sıvısına plazma membranı yoluyla diffüze olurlar (Şek. 2-16). Membranın permeabilitesi K^+ iyonları için Na^+ iyonlarına göre çok daha fazladır, böylece K^+ 'un pasif olarak dışarıya doğru akışı Na^+ 'un içeriye doğru akışına nazaran çok daha fazla olur. Bu da plazma membranının içi ile dışı ölçüldüğünde; membranın içinin dışına göre negatif olması nedeniyle, yaklaşık olarak -80 mV 'luk devamlı olan bir potansiyel farkı ile sonuçlanır. Bu potansiyel **istirahat (dinlenme – dinlenim) potansiyeli** olarak bilinir.



Şekil 2-14 Sitoplazması içinde neurofilamentler ve mikrotubulusların varlığının görüldüğü dendiritlerin elektron mikrografı. (Dr. J. M. Kerns'in izniyle). **A:** Komşu iki dendiritin longitudinal kesiti. **B:** Bir dendiritin transvers kesiti.



Şekil 2-15 Duyu nöronlarının sitoplazmalarında lipofuskin (lipofuksin – lipofussin) granüllerinin varlığını gösteren arka kök ganglionunun (ganglion spinale) longitudinal kesitinin fotomikrografı.

Tablo 2-2 Sinir Hücresi Gövdesinde Bulunan Başlıca Yapılar

Yapı	Şekil	Görünüm	Yerleşim	İşlev
Nukleus	Büyük, yuvarlak	Soluk, kromatin yaygın olarak dağılmış; bir tek belirgin nukleolus; kadında Barr cisimciği var	Merkezi olarak yerleşmiş, hücre zedelenmesinde perifere doğru yer değiştirir	Hücre aktivitesini kontrol eder
Sitoplazmik organeller Nissl cisimciği	Granüllü endoplazmik retikulumun granülleri	Geniş sisternalar; ribozomlar bazofiliktir	Sitoplazmanın tümü ve dendiritlerin proksimal kısmı, akson hillok ve aksonda yoktur, yorgunluk ve injuride periferde yoğunlaşma ile sonuçlanır.	Protein sentez eder
Golgi kompleksi	Dalgalı iplikler; düzleşmiş sisterna kümeleri ve küçük veziküller	Granülsüz endoplazmik retikulum	Nukleusa yakın	Protein molekülüne karbonhidrat ekler; sinir terminallerine taşınmak üzere ürünleri kılıfla sarar; hücre membranlarını oluşturur
Mitokondrionlar	Küresel, çubuk şekilli	Kristalı çift membran	Dağınık	Kimyasal enerjiyi oluşturur
Nörofibriller	Çizgisel (doğrusal) lifler	Birbirine paralel seyreder; herbiri 10 nm çapındadır, mikrofilament demetlerinden oluşmuştur	Dendiritlerden hücre gövdesi içinde seyrederek aksona doğru uzanırlar	Nöronun şeklini belirler
Mikrofilamentler	Çizgisel (doğrusal) lifler	3 – 5 nm çapındaki filamentler	Plazma membranı altındaki yoğun ağı şekillendirir	Hücre uzantılarının oluşmasında ve geri çekilmesinde, ve hücre transportunda rol oynarlar
Mikrotubuluslar	Çizgisel (doğrusal) tüpler	Nörofibrillerin arasında bulunur, 25 nm çapındadırlar	Dendiritlerden hücre gövdesinin içinde seyrederek aksona doğru uzanırlar	Hücre transportu
Lizozomlar	Veziküller	8 nm çapındadırlar; üç şekli: primer, sekonder ve reziduel (artık) cisimcikler	Hücrenin her tarafı	Hücre çöpçüleri (temizlikçileri)
Sentrioller	Çift, içi boş silindirler	Duvarı mikrotubul demetlerinden yapılmış	Hücre gövdesinin sitoplazmasında belli sınırlar içinde tutulur (hapsolur)	Hücre bölünmesinde görev yapar; mikrotubulusların sağlam durumunu korumak
Lipofuksin (Lipofuskin)	Granüler	Sarımtırak kahverengi	Sitoplazmanın içine dağılmış	Metabolik yan-ürün
Melanin	Granüler	Sarımtırak kahverengi	Substantia nigra'sı	Dopa'nın oluşumu ile ilgili

Sinir Hücresi Gövdesinin Plazma Membranının Eksitasyonu (Uyarılması)

Sinir hücresi elektriksel, mekanik yada kimyasal araçlarla uyarıldığında (stimule edildiğinde), membranın Na^+ iyonlarına geçirgenliğinde hızlı bir değişim meydana gelir ve Na^+ iyonları doku sıvısından hücre sitoplazmasına plazma membranından geçerek diffüze olurlar (Şek. 2-16). Bu durum, membranın artan bir şekilde depolarize olmasıyla sonuçlanır. Değişen polariteyi takiben Na^+ iyonlarının ani olarak içeriye doğru akışı, **aksiyon potansiyeli** olarak adlandırılan, hemen hemen +40 mV 'luk potansiyeli oluşturur. Bununla birlikte bu potansiyel; çok kısadır, hemen hemen 5 msn 'de son bulur. Artmış membran permeabilitesi çok çabuk olarak Na^+ iyonları için sona erer ve membran permeabilitesi çabukca K^+ iyon-

ları için artar. Bu nedenle K^+ iyonları hücre sitoplazmasından akmaya başlarlar ve istirahat (dinlenme) fazı için hücrenin belirli alanına geri dönerler.

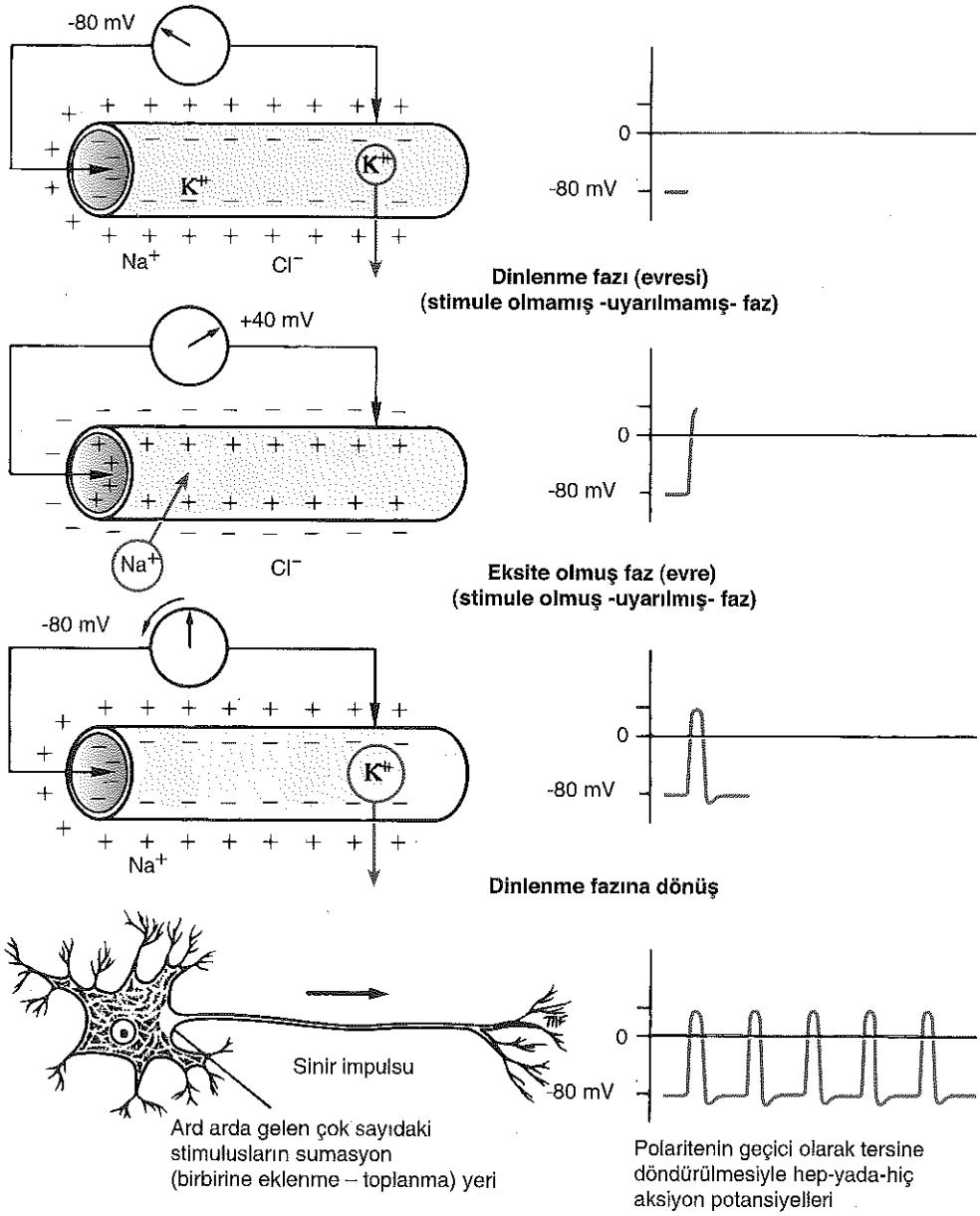
Aksiyon potansiyeli bir kere oluştuktan sonra, plazma membranı boyunca ilk başlangıç yerinden uzağa doğru yayılır ve **sinir impulsu** (sinir uyarımı) olarak nöritler boyunca iletilir. Bu impuls, kendi kendine-çoğaltılarak yayılır ve büyüklüğü ile sıklığı (frekansı) değişmez (Şek. 2-16). Sinir impulsu bir kere plazma membranının bir bölgesine verilerek yayıldığında, bunun hemen akabinde başka bir aksiyon potansiyeli oluşturulamaz. Bu uyarılamayan faz süresi, **refraktor periyod** (duyarsız dönem) olarak bilinir ve o, plazma membranı boyunca hareket etmekte olan aksiyon potansiyellerindeki maksimum frekansı kontrol eder (bkz. s., 46).

Başlangıç stimulusunun kuvveti ne kadar büyük olursa, ilk depolarizasyon o kadar daha fazla olacak ve plazma membranının çevresel alanlarına daha fazla yayılacaktır. Nöron yüzeyine arka arkaya birçok stimulus uygulanırsa, sonrasındaki etki **sumasyon** şeklinde olacaktır (stimuluslar birbirine eklenecektir). Örneğin, eşik-altı stimuluslar hücre gövdesinin yüzeyini atlayıp geçerler ve aksonun kökünde (başlangıcında) sumasyona uğrarlar (birbirine eklenirler) ve böylece bir aksiyon potansiyeli başlar.

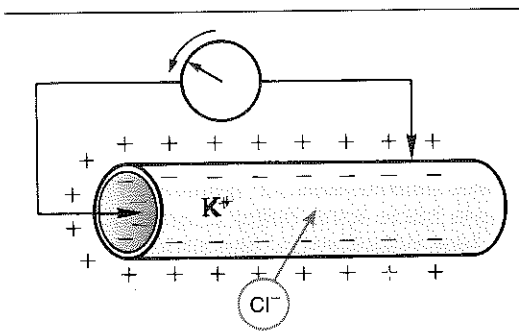
İnhibitor stimulusların; Cl^- iyonlarının plazma membranı yoluyla hücre içine doğru akışına neden oldukları, böylece hiperpolarizasyon oluşturdukları ve hücrenin uyarılma fazının azaltılmasıyla etki gösterdiklerine inanılır (Şek. 2-17).

Sodyum ve Potasyum Kanalları

Plazma membranı boyunca diffüze olarak geçen sodyum ve potasyum iyonlarının içinden geçtikleri sodyum ve potasyum kanalları, plazma membranının tüm kalınlığınca uzanan protein moleküllerinden oluşurlar (Şek. 2 -18). Bu



Şekil 2-16 Stimule edildiği (uyarıldığı) zaman bir nöronda iyonik ve elektriksel değişikliklerin ortaya çıkması.



Hiperpolarizasyon

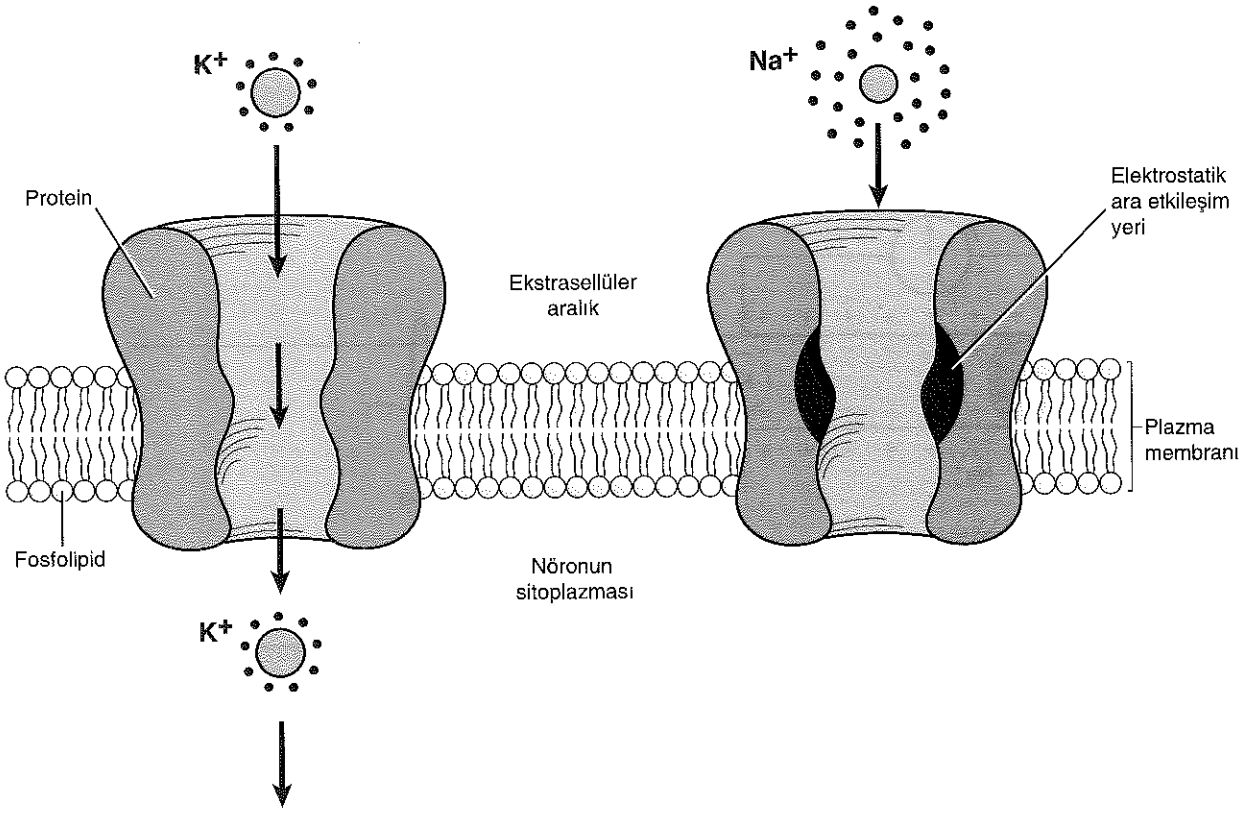
Şekil 2-17 Hiperpolarizasyon sırasında, nöronda iyonik ve elektriksel değişikliklerin ortaya çıkması.

özel kanalın K^+ iyonlarının geçişine izin verirken, Na^+ iyonlarının geçişine niçin izin vermediğini açıklamak zordur. K^+ iyonu Na^+ iyonundan daha büyük olduğu için, seçicilik (selektivite) iyonların çapına bağlı olamaz. Bununla birlikte; solüsyon içerisindeki iyonların hareketi, sadece iyonun büyüklüğüne bağlı değildir; fakat aynı zamanda onu çevreleyen suyun sert örtüsünün büyüklüğüne de bağlıdır. K^+ iyonları, Na^+ iyonlarından daha zayıf elektrik sahasına sahiptir ve böylece K^+ iyonları, Na^+ iyonlarına göre daha az suyu etkilerler (kendine doğru çekerler). Bu nedenle, K^+ iyonları Na^+ iyonlarından daha küçüklermiş gibi hareket ederler. Bu fiziko-kimyasal açıklama, kanalın niçin seçici (selektif) olduğunu tam olarak izah etmez. Bu kanalların (K – Na kanalları); uzunlukları boyunca bulunan dar bölgeler sayesinde, elek (kalbur) yada moleküler filtreler gibi hareket ediyor olmaları mümkündür. Keza iyonlar, kanalı döşeyen duvarlardaki amino asit kalıntılarıyla, elektrostatik ara etkileşimde de rol alıyor olabilirler.

İyon kanal proteinleri; bağıl olarak duraylıdırlar (kararlıdırlar, sabittirler), fakat açık fonksiyonel faz ve kapalı fonksiyonel fazı temsil eden en az iki tane birbirine uygun fazla varlıklarını devam ettirirler. Kanalın açılması ve kapanmasından sorumlu mekanizma anlaşılamamıştır, fakat açılan ve kapanan bir kapıya benzetilebilir. **Gating** (kapı [engel] işlemi); kanalın çarpıtılarak yapısının değiştirilip burulması (distorsiyonu) ve bükülüp kıvrılması (twisting) ile daha geniş yada daha dar lümen oluşturulur. Kapı [engelleme] işlemi (**gating**); voltaj değişikliği, ligand'ın varlığı yada gerilim veya basınç gibi benzer uyarıcılara tepki olarak oluşur.

Stimule olmamış (uyarılmamış) fazda; potasyum kanallarının kapıları (engelleri), hemen hemen kapalıya yakın durumdaki sodyum kanallarının kapılarından daha geniş şekilde açıktırlar. Bu; potasyum iyonlarının hücre sitoplazmasından dışarıya doğru diffüze olmasına, sodyum iyonlarının içeriye diffüze olabilmesinden daha hazırlıklı bir geçişe izin verir. Stimule olmuş (uyarılmış) fazda, sodyum kanallarının kapıları (engelleri) ilk önce geniş olarak açıktırlar; sonra potasyum kanallarının kapıları açılırlar ve sodyum kanallarının kapıları yeniden hemen hemen kapalı duruma geçerler. Sodyum ve potasyum kanallarının açılıp - kapanmasının, plazma membranının depolarizasyon ve repolarizasyonunu oluşturduğu düşünülmektedir.

Absolut refraktor periyod (kesin duyarsız dönem); aksiyon potansiyelinin başlangıcında, ikinci bir stimulus



Şekil 2-18 Plazma membranının iyonik permeabilitesi. Şema; suyla iyonların ara etkileşimini, çift tabakalı (bilayer) lipid membranı ve iyon kanallarını göstermektedir.

daha fazla elektriksel uyarım üretmeye yeterli olmadığı zaman ortaya çıkar ve sodyum kanallarının açılmasının yetersizliğine bağlı olduğu düşünülür. Relatif refraktor periyod (göreceli duyarsız dönem) esnasında; çok kuvvetli bir stimulus aksiyon potansiyeli oluşturabildiği zaman, muhtemelen sodyum kanalları açılmaktadırlar.

Sinir Hücresi Uzantıları

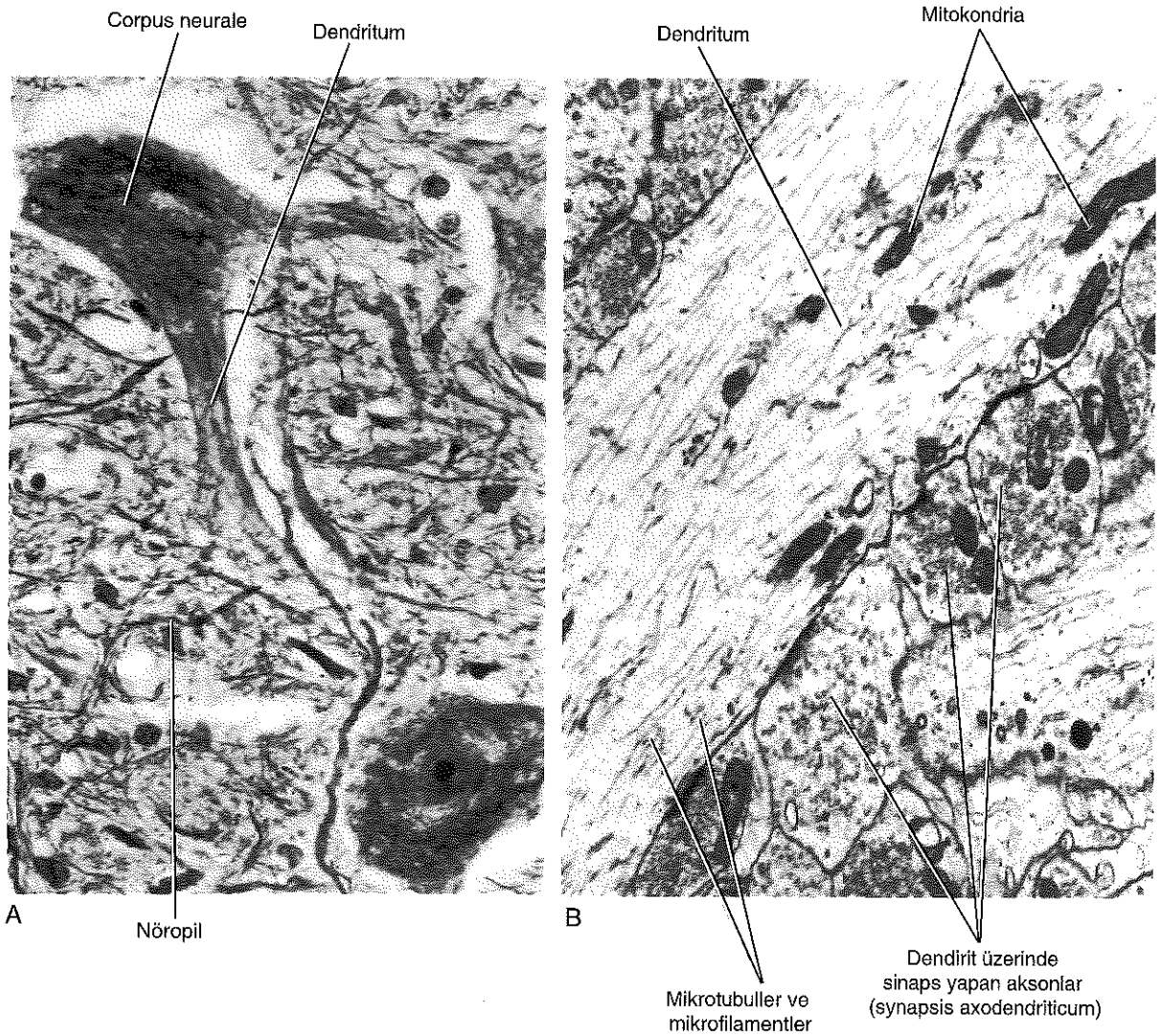
Genellikle nöritler olarak adlandırılan sinir hücresinin uzantıları, dendritler ve akson olarak bölünebilirler.

Dendiritler (dendritum) hücre gövdesinin kısa uzantılarıdır (Şek.2-19). Hücre gövdesinden uzaklaştıkça son kısma doğru çapları incelerek uzanırlar ve ekseriya pekçok dala ayrılırlar. Nöronların çoğunda, daha ince dallar çok fazla sayıda **dendiritik dikenler** olarak adlandırılan küçük çıkıntılar taşırlar. Dendiritlerin sitoplazması hücre gövdesinin sitoplazmasına oldukça fazla benzer ve Nissl granülleri, mitokondrionlar, mikrotubuluslar, mikrofilamentler, ribozomlar ve granülsüz endoplazmik retikulumu içerir. Dendiritler diğer nöronlardan aksonların algılaması (resepsiyonu) için, yüzey alanını arttırmak üzere adeta hücre gövdesinin büyütülmüş kısımları olarak dikkate alınmalıdır. Aslında en önemlisi, sinir impulsunu hücre gövdesine doğru iletmeleridir.

Embriyonik gelişimin ilk evrelerinde, dendiritlerin fazla üretimi mevcuttur. Daha sonra; dendiritler, afferent aksonların değişen fonksiyonel isteğine cevap olarak, sayı ve büyüklük olarak azalırlar. Dendiritlerin hayat boyunca yoğrulabilir kaldıklarına, afferent aktiviteye cevapta kontrakte olduklarına yada uzatıldıklarına ve dallandıklarına ait bulgular vardır.

Akson, hücre gövdesinin en uzun uzantısına verilen isimdir. Hücre gövdesindeki küçük koni şekilli ve Nissl granüllerinin bulunmadığı, **akson hillok** (colliculus axonis - akson tepesi) adı verilen bir yükseltiden başlayarak çıkar (Şekiller 2-8 ve 2-20). Seyrek olarak, akson bir dendiritin proksimal kısmından başlayarak çıkar. Bir akson tubulerdir ve çapı her yerde aynıdır (uniformdur), pürüzsüz bir yüzeye sahip olma eğilimindedir.

Aksonlar, genellikle hücre gövdesine yakın olarak dallanmazlar; kollateral dallar aksonların uzunlukları boyunca yer yer bulunabilirler. Aksonlar genellikle, sonlanmalarından kısa bir mesafe önce pekçok dala ayrılır-



Şekil 2-19 **A:** Medulla spinalis'in gri cevher columna anterior'undaki bir motor nöronun ışık fotomikrografı; sinir hücresi gövdesi, iki dendirit ve çevredeki nöropili göstermektedir. **B:** Bir dendiritin elektron mikrografı aksodendiritik sinapsları göstermektedir. (Dr. J. M. Kerns'in izniyle).

lar. Aksonların terminal dallarının distal uçları ekseriya genişlemiştir; bunlar **terminaller (terminal butonlar** - bulbus terminalis) olarak adlandırılırlar (Şek. 2-21). Bazı aksonlar (özellikle otonom sinirlerinki) sonlanmalarına yakın, ipe dizilmiş boncuk dizisine benzeyen ard arda şişkinlikler gösterirler; bu şişkinlikler **varikositler** (varicosities) olarak adlandırılırlar.

Aksonlar, merkezi sinir sisteminin pekçok nöronunda görüldüğü gibi çok kısa (0.1mm) yada ayak parmağı derisindeki periferal bir reseptörden omuriliğe ve oradan da beyine uzananlarda olduğu gibi son derece uzun (3 m) olabilirler.

Aksonların çapları farklı nöronlar gözönünde tutulunca oldukça değişkendir. Bunların daha büyük çaplı olanları impulsları hızlı olarak ve çapı daha küçük olanlar ise impulsları çok yavaş iletirler.

Aksonu sınırlayan plazma membranı, **aksolemma** olarak adlandırılır. Aksonun sitoplazmasına **aksoplazma** denilir. Aksoplazma, Nissl granülleri yada Golgi kompleksi içermemesi nedeniyle hücre gövdesinin sitoplazmasından farklıdır. RNA ve ribozomlar olarak isimlendirilen, proteinlerin üretimi için yerler yoktur. Bu nedenle aksonal yaşam, hücre gövdelerinden maddelerin transportuna bağlıdır.

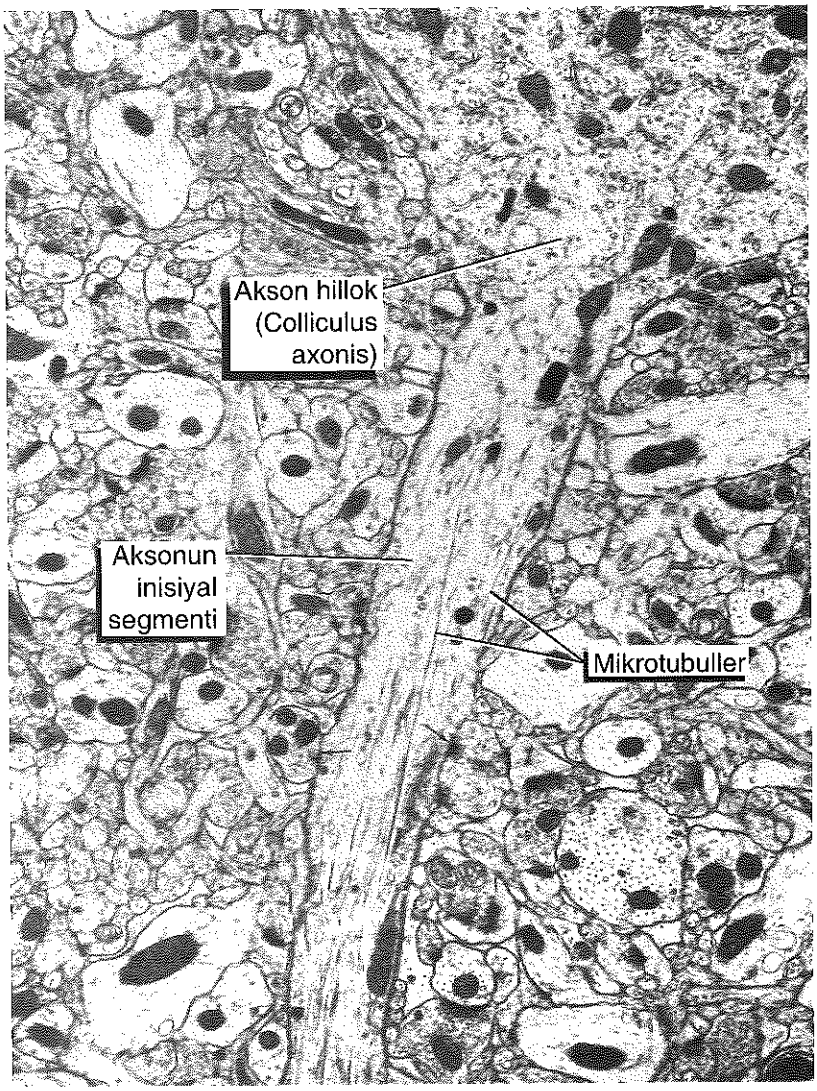
Aksonun **inisiyal segmenti** (başlangıç segmenti), aksonun sinir hücresi gövdesinin akson tepesi (akson hillok) kısmından ayrıldıktan sonraki ilk 50-100 μm 'lik kısmıdır (Şek. 2-20). Burası aksonun en çok uyarılabilen ve aksiyon potansiyelinin kaynaklandığı yeridir. Normal şartlar altında aksiyon potansiyelinin, hücre gövdesinin plazma membranı üzerinde başlamadığını, buna karşın daima inisiyal segmentten kaynaklandığını hatırlamak önemlidir.

Akson, impulsları daima hücre gövdesinden uzağa doğru iletir. Arka kök ganglion hücrelerinin duyusal nöronları bunun dışındadır; burada aksondan ayırdedilemeyen özellikteki uzun nörit, impulsu hücre gövdesine doğru taşır (Bkz. unipolar nöronlar, s. 36).

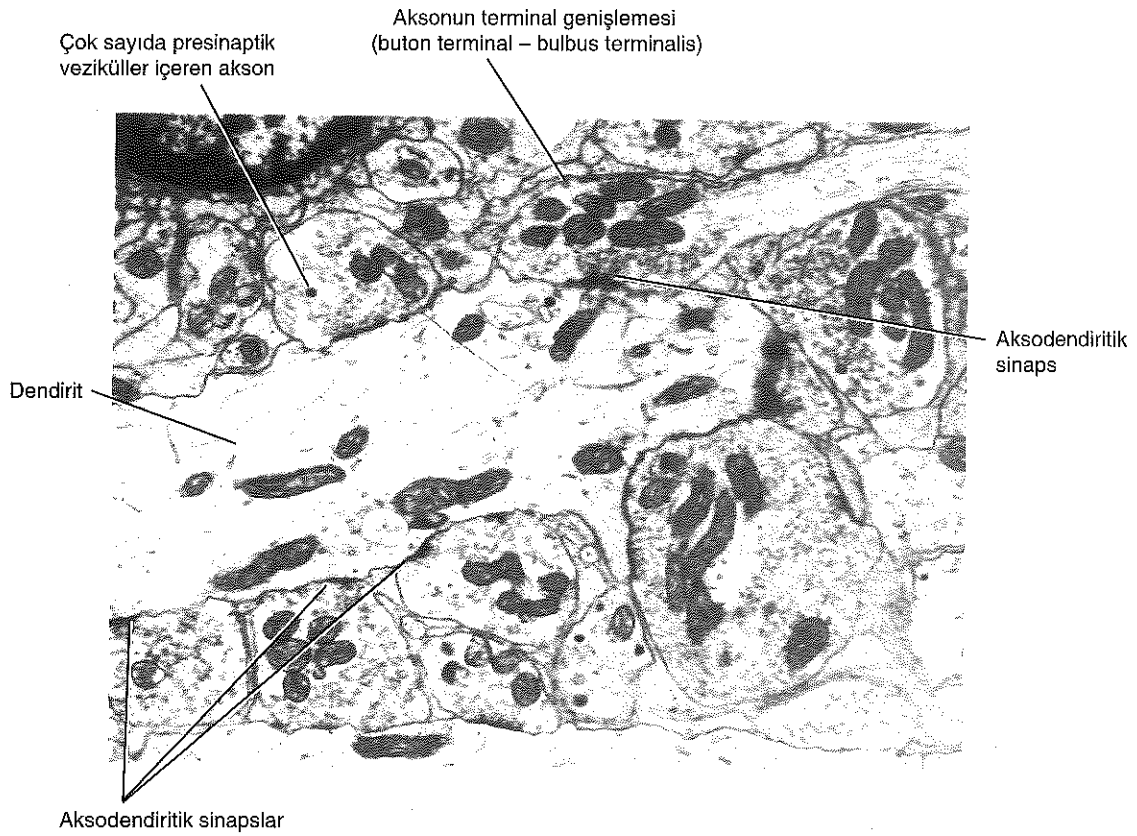
Akson Transportu (Aksonal İletim–Akson Taşıması)

Maddeler; hücre gövdesinden akson terminallerine **(anterograde transport** - ileriye doğru taşıma) ve daha az olarak da tam aksi yönde **(retrograde transport** - geriye doğru taşıma) taşınırlar.

Günde 100 – 400 mm'lik **hızlı anterograde transport,** proteinler ve transmitter maddelerin yada onların öncülerinin (habercilerinin - prekursor'larının) taşınmasını belirtir. Günde 0.1 – 3 mm'lik **yavaş anterograde transport**'ta, mikrofilamentler ve mikrotubulusları da içeren aksoplazmanın transportu söz konusudur.



Şekil 2-20 Cortex cerebri'den bir nöronun longitudinal kesitinin elektron mikrografı; akson hillok (colliculus axonis) bölgesinin ayrıntılı yapısını ve aksonun inisiyal segmentini (başlangıç segmentini) göstermektedir. Akson hillok'ta Nissl cisimciğinin (granüllü endoplazmik retikulumu) bulunmayışına ve aksoplazmada çok sayıda bulunan mikrotubuluslara dikkat ediniz. Ayrıca, aksonun inisiyal segmenti ile aksoaksonal sinapslar oluşturan akson terminallerine (oklar) de dikkat ediniz. (Dr. A. Peters'in izniyle).



Şekil 2-21 Çok sayıdaki aksodendritik sinapsı gösteren elektron mikrograf. Aksonlar içinde çok fazla sayıda bulunan presinaptik veziküllere dikkat ediniz. Tanımlama; nöronun iskelet kası hücresi ile çok yakınlaştığı ve fonksiyonel iletişimin ortaya çıktığı yeri de dahil etmektedir. (Dr. J. M. Kerns'in izniyle).

Retrograde transport; sinir hücrelerinin hücre gövdelerinin, aksonların distal uçlarındaki değişimlere nasıl cevap verdiklerini açıklar. Örneğin aktive olmuş büyüme faktörü (GF) reseptörleri, nukleusun içindeki onların etkili olduğu tarafa doğru akson boyunca taşınabilirler. Akson terminallerinden çıkan pinositotik vesiküller, hücre gövdesine çabucak geri dönebilmektedirler. Yıpranmış organellerin, lizozomlarla parçalanmak üzere hücre gövdesine geri dönüşleri sağlanabilmektedir.

Akson transportu, mikrofilamentlerin yardımıyla mikrotubuluslarla oluşturulur.

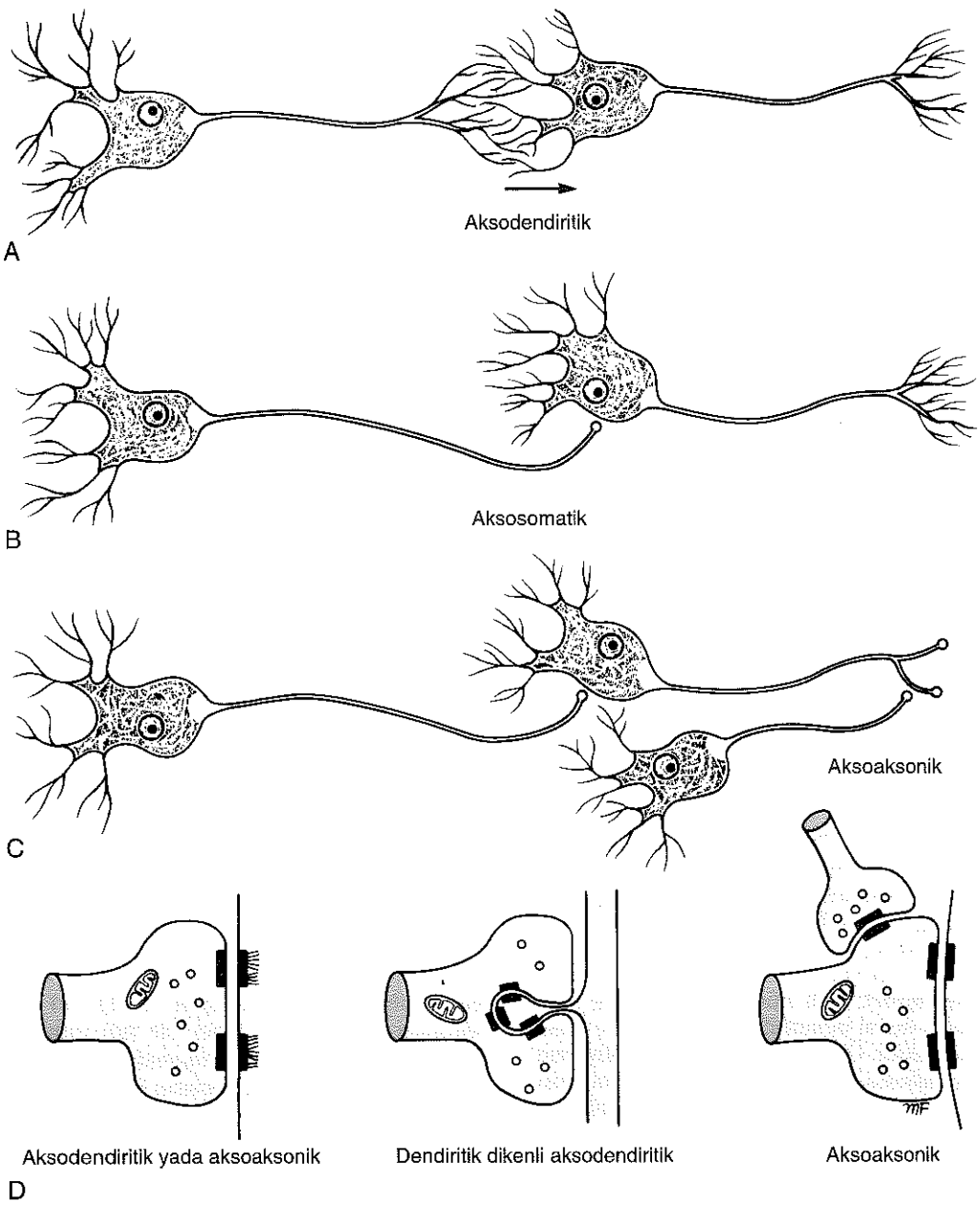
Sinapslar

Sinir sistemi, fonksiyonel iletim yollarını oluşturmak üzere birbirleriyle bağlanan çok sayıda nörondan meydana gelir. İki nöronun birbirine yakın kısımlarının biraraya gelerek fonksiyonel internöronal iletişim kurdukları yere **sinaps (synapsis)**[2] denir (Şek. 2-22). Nöronların çoğu, 1,000 yada daha fazla sayıdaki başka bir nöronla sinaptik bağlantılar kurarlar ve diğer nöronlardan 10,000 bağlantı alırlar. Fizyolojik koşullar altında sinapstaki iletim sadece tek yönlü gerçekleşir. Sinapslar çeşitli şekillerde meydana gelirler (Şek. 2-22). En yaygın tipi, bir nöronun aksonu ile ikinci bir nöronun dendriti yada hücre gövdesi arasında oluşanıdır. Akson sinapsa yaklaşırken her biri sinaptik bağlantı kuran, bir uç genişlemesi (bouton terminal) yada bir dizi genişlemeler (bouton de passage) gösterebilir. Sinapsların diğer tiplerinde; akson –başka bir aksonun myelin kılıfının başladığı yerin proksimalindeki– inisiyal segmentte sinaps yapabilir yada farklı nöronlara ait aksonal uç genişlemeleri arasında sinapslar olabilir. Bunlar sinapsın türüne göre çoğunlukla; **aksodendiritik**, **aksosomatik** yada **aksoaksonik** olarak belirtilirler (Şek. 2-22).

Bir aksonun sonlanma şekli, sinir sisteminin farklı kısımlarında önemli ölçüde değişir. Örneğin, çok sayıda (çoklu – karmaşık) Purkinje hücreleriyle sinaps yapan cortex cerebelli'nin parelel liflerinin olgusunda olduğu gibi; bir akson çok sayıda nöronla sinaps yapabilir yada tek bir akson tek bir nöronda sonlanabilir. Aynı şekilde, bir tek nöron birçok farklı nöronun aksonlarıyla sinaptik bağlantılar kurabilir. Bu sinapsların düzenlenişi, bir nöronun uyarılması yada inhibe edilmesindeki araçları belirleyecektir. Nöron yüzeyinin uzantıları şeklindeki **sinaptik çıkıntılar** (sinaptik dikenler), afferent genişlemelerle (boutonlarla) sinaptik bağlantıyı sağlamada algılayıcı (reseptif) kısımları oluştururlar (Şek. 2-22).

Sinapslar iki tiptir: kimyasal ve elektriksel. Sinapsların çoğu kimyasal olup, bunlarda kimyasal bir madde olan

[2] Bu kavram ("sinaps" terimi); bundan sonra, bir nöronun iskelet kası hücresi yada bir bez hücresi ile birbirine yakın kısımlarının biraraya gelerek fonksiyonel iletişim kurduğu yerleri de kapsamaktadır.



Şekil 2-22 A–D. Değişik tipteki kimyasal sinapslar.

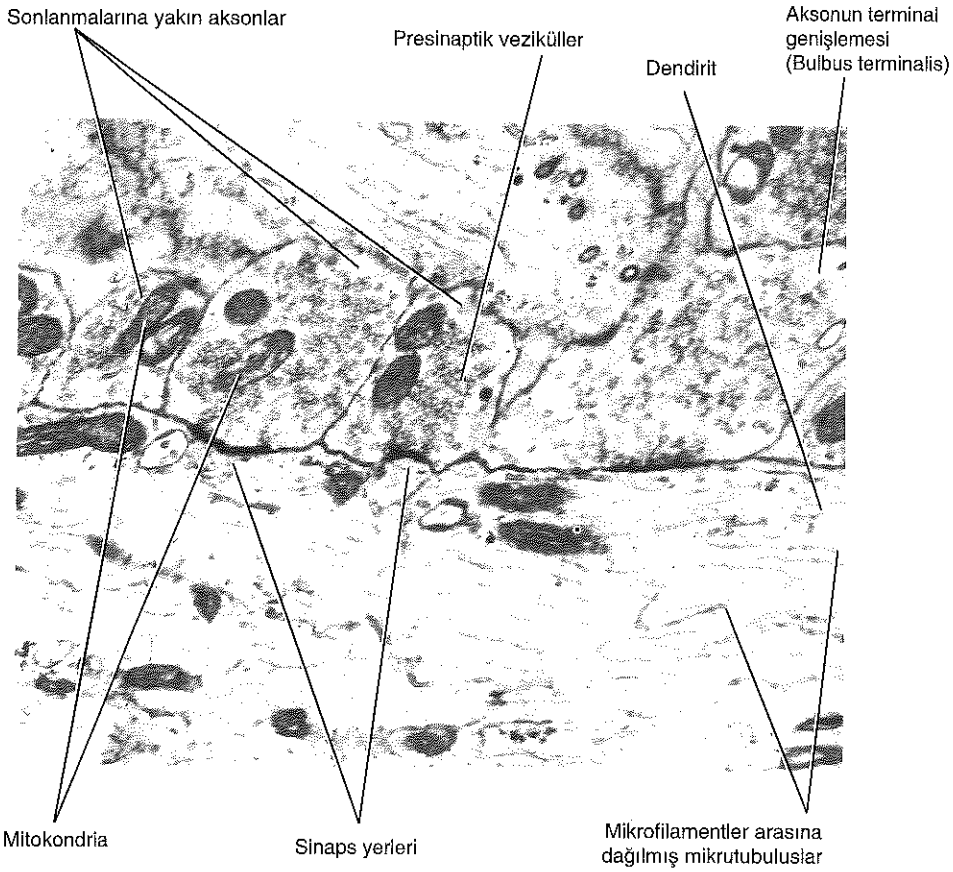
nörotransmitter, hücreler arası dar aralığa geçer ve postsinaptik membranda **reseptör** olarak adlandırılan bir protein molekülüne bağlanır.

Kimyasal sinapsların çoğunda, birkaç tane nörotransmitter bulunabilir. Nörotransmitterlerin biri genellikle temel işlev görür ve direkt olarak postsinaptik membran üzerine etki ederken, diğer transmitterler modülatörler olarak fonksiyon görür ve temel transmitterin etkisini değiştirirler.

Kimyasal Sinapslar

Kimyasal Sinapsların İnce Yapısı

Elektron mikroskopla yapılan incelemelerde, sinapsların yapısal olarak özelleşmiş alanlar içerdiği görülür (Şekiller 2-21 ve 2-23). Aksonun genişlemiş uç kısmı ile nöronun birbirlerine bakan yüzeyleri, sırasıyla **presinaptik** ve **postsinaptik membranlar** olarak isimlendirilirler ve bunlar 20 - 30 nm genişliğindeki bir **sinaps aralığı** ile ayrılırlar. Presinaptik ve postsinaptik membranlar kalınlaşmış olup, bu zarların hemen altındaki sitoplazma yoğunluk (dansite) artışı gösterir. Presinaptik taraftaki yoğun sitoplazma gruplar şeklinde ayrışarak diğer kısımlara dağılır; postsinaptik taraftaki yoğunlaşma (dansite), sıklıkla **subsinaptik ağ (subsinaptik web)** içine uzanarak yayılır. Presinaptik membrana yakın sitoplazmada; **presinaptik veziküller,** mitokondrionlar ve seyrek olarak da lizozomlar bulunur (Şek. 2-23). Postsinaptik taraftaki sitoplazma çoğu kez paralel sisternalar içerir. Sinaps aralığı polisakkaridler içerir.



Şekil 2-23 Aksodendiritik sinapsların yüksek-güçlü elektron mikrografı; sinaptik yerlerde hücre membranlarının kalınlaşmasını, presinaptik vezikülleri ve terminalleri yakınında (sonlanmalarına yakın) aksonlar içinde bulunan mitokondrileri (mitokondrionları) göstermektedir. (Dr. J. M. Kerns'in izniyle).

Presinaptik uç, nörotransmitter(ler) molekülleri içeren birçok küçük presinaptik veziküller içerir. Veziküller presinaptik membranla kaynaşır ve nörotransmitter(ler)'i ekzositoz yoluyla sinaps aralığına boşaltırlar (Şek. 2-24).

Sinapslar embriyoda ilk oluştukları zaman, sinaptik bir aralıkla ayrılmış yoğunlaşmış küçük alanlar olarak tanınırlar. Daha sonra, iyi-farklanmış yapılara dönüşerek olgunlaşırlar. Postnatal sinir sistemindeki basit ve farklanmamış sinapsların varlığı, sinapsların ihtiyaca göre gelişebildiği ve muhtemelen de gereksiz olduğu zaman atrofiye uğradığı şeklindeki yorumlara neden olmuştur. Sinapsların bu plastisitesi (istenen şekle konulabilmesi); öğrenme işleminde ve hafızanın gelişmesi ile sürdürülüp devam ettirilmesinde büyük önem taşır.

Kimyasal Sinapslarda Nörotransmitterler

Presinaptik veziküller ve mitokondrionlar, sinapslarda nörotransmitter maddelerin salınmasında anahtar rol oynarlar. Veziküller, sinaps aralığına salınan nörotransmitter maddesini içerirler; mitokondrionlar, yeni transmitter maddesinin sentezi için adenozin trifosfat (ATP)'ı sağlarlar.

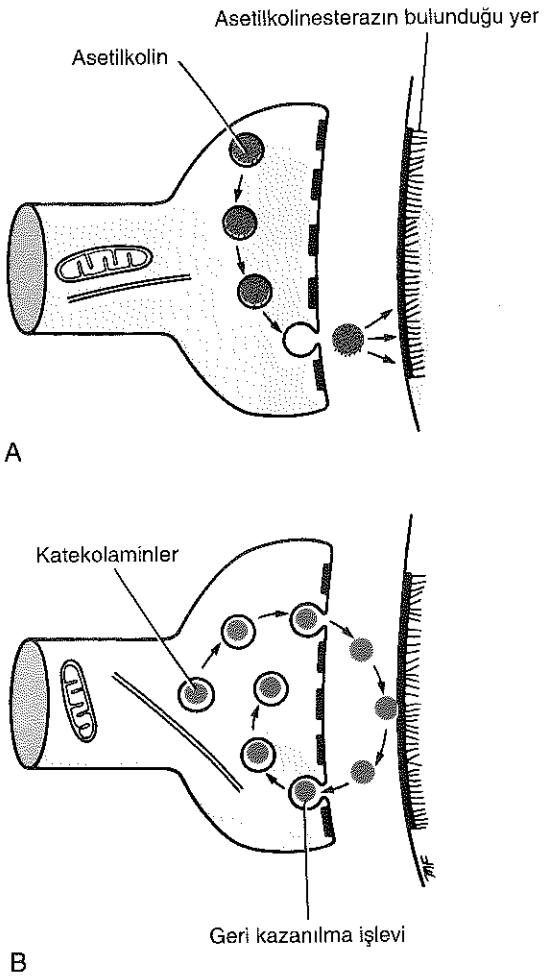
Nöronların çoğunluğu, kendi sinir sonlarının tümünde sadece tek bir temel transmitter üretir ve salarlar. Örneğin, asetilkolin sinir sisteminin merkezi ve periferik kısımlarında farklı nöronlar tarafından yaygın olarak kullanılan bir nörotransmitterdir; halbuki dopamin substantia nigra'daki nöronlar tarafından salınır. Glisin, temel olarak medulla spinalis'deki sinapslarda bulunan diğer bir transmitterdir.

Aşağıdaki kimyasal maddeler, nörotransmitterler olarak rol oynarlar ve daha pekçok böyle nörotransmitter vardır: asetilkolin (ACh), norepinefrin, epinefrin, dopamin, glisin, serotonin, gamma-aminobutirik asit (GABA), enkefalinler, substans-P ve glutamik asit.

Şunu belirtmek iyi olacaktır; iskeletin tüm nöromuskuler kavşakları transmitter olarak sadece asetilkolin kullanırlar; oysa ki nöronlar arasındaki sinapslar çok fazla sayıda farklı-değişik transmitterler kullanırlar.

Nörotransmitterlerin Etkisi

Bütün nörotransmitterler sinir impulsunun ulaşmasıyla, bulundukları sinir uçlarından salınırlar (aksiyon potansiyeli). Bu; sinaptik vezikküllerin presinaptik membranla kaynaşmasına neden olan, kalsiyum iyonlarının içeriye doğru akışıyla sonuçlanır. Nörotransmitterler daha sonra, ekstrasellüler sıvıdaki sinaps aralığına boşalırlar. Yalnız bir kez yarıkta, aralığı (sinaps aralığını) karşıya doğru geçerek postsinaptik membrana diffüze olurlar. Onlar; postsinaptik membranda, istirahat (dinlenme – dinlenim) potansiyelini kısa bir süre için yükselterek yada düşürerek amaçlarını başarıyla sona erdirirler.



Şekil 2-24 Nörotransmitterlerin salınması. **A:** Asetilkolin. **B:** Katekolaminler.

Postsinaptik membrandaki reseptör proteinler, transmitter maddesini bağlar ve ani fakat kısa bir eksitatör postsinaptik potansiyel (EPSP) yada inhibitör postsinaptik potansiyel (IPSP) oluşturarak, iyon kanallarını açacak olan, aniden oluşan uygun bir yapısal değişikliğe uğrarlar. Asetilkolin (nikotinik) ve L-glutamat'la hızlı eksitasyon, yada GABA ile inhibisyon görülür (Tablo 2-3). Diğer reseptör proteinler, transmitter maddesini bağlar ve genellikle, moleküler bir iletici olan G-protein vasıtasıyla ikinci bir haberci sistemi harekete geçirirler (aktive ederler). Bu reseptörler, daha uzun bir belirti vermeyen (latent) döneme sahiptirler ve cevap süresi (durasyonu), birkaç dakika yada daha uzun sürede son bulabilir. Asetilkolin (muskarinik), serotonin, histamin, nöropeptidler ve adenosin sıklıkla nöromodülatör olarak belirtilen bu transmitter tiplerinin iyi örnekleridir (Bkz. sonraki bölüm).

Nöronun postsinaptik membran üzerindeki eksitatör ve inhibitör etkileri, farklı sinapslardaki postsinaptik cevapların toplamına (birikimine - sumasyonuna) bağlı olacaktır. Eğer tüm etki bir depolarizasyonsa, nöron uyarılacak ve aksonun inisiyal segmentinde bir aksiyon potansiyeli başlatılacak ve sinir impulsu akson boyunca yayılacaktır. Öte yandan tüm etki eğer bir hiperpolarizasyonsa, nöron inhibe edilecek ve sinir impulsu oluşmayacaktır.

Nörotransmitterlerin Dağılımı ve Yıkımı

Nörotransmitterlerin dağılımı sinir sisteminin farklı kısımlarında değişir. Örnek olarak **asetilkolin;** nöromusküler kavşakta, otonomik ganglionlarda ve parasempatik sinir sonlanmalarında bulunur. Merkezi sinir sisteminde **Renshaw hücreleri**yle bağlantılı motor nöron kollateralleri kolinerjiktir. Hippocampus'ta, yükselen (afferent) retikular yollar ile görme ve işitme sistemlerinin afferent liflerindeki nörotransmitterler de kolinerjiktir.

Norepinefrin sempatik sinir uçlarında bulunur. Merkezi sinir sistemi içinde, hipotalamus'ta yüksek konsantrasyonlarda bulunur. **Dopamin**, merkezi sinir siste-

Tablo 2-3 Sinapslardaki Başlıca (Klasik) Nörotransmitterler ve Nöromodulatörlere Örnekler

Nöromediatörler[a]	İşlev	Reseptör Mekanizması	İyonik Mekanizma	Yerleşim
Başlıca Nörotransmitterler				
Asetilkolin (nikotinik), L-glutamat	Hızlı eksitasyon	İyon kanalı reseptörler	Katyon kanalını açar (hızlı EPSP)	Temel duyu ve motor sistemler
GABA	Hızlı inhibisyon		Cl^- için anyon kanalını açar (hızlı IPSP)	
Nöromodulatörler				
Asetilkolin (muskarinik), serotonin, histamin, adenosin	Aktivitenin modulasyonu ve modifikasyonu	G-protein–eşli reseptörler	K^+ yada Ca^{2+} kanallarını açar yada kapatır (yavaş IPSP ve yavaş EPSP)	Homeostasisi kontrol eden sistemler

GABA, gama-aminobutirik asit; EPSP, eksitator postsinaptik potansiyel; IPSP, inhibitör postsinaptik potansiyel.
[a]Bunların, devamlı olarak sayıları artmakta olan, nöromediatörlerden sadece birkaç tanesi olduğuna dikkat ediniz.

minin farklı kısımlarında, nuclei basales (bazal ganglia)'deki gibi yüksek konsantrasyonlarda bulunur.

Nörotransmitterle oluşan etki, nörotransmitterin yıkımı yada yeniden emilimi (reabsorpsiyonu) ile sınırlıdır. Örneğin, asetilkolinde olduğu gibi etki sinaps aralığında transmitterin **asetilkolinesteraz** enzimi (AChE) tarafından yıkılmasıyla sınırlıdır (Şek. 2-24). Halbuki **kateokolaminler**'le oluşturulan etki, transmitterin presinaptik sinir ucuna geri dönüşüyle sınırlıdır (Şek. 2-24).

Kimyasal Sinapslarda Nöromodulatörler

İlginçtir ki, çoğu sinapslarda temel nörotransmitterler dışındaki belli-bazı maddeler presinaptik membrandan sinaps aralığına atılırlar (salınırlar). Bu maddeler, postsinaptik nöronun fonksiyonunu ayarlama ve değiştirme yeteneğine sahiptirler, ve **nöromodulatörler** olarak isimlendirilirler.

Nöromodulatörlerin Etkisi

Nöromodulatörler tek bir sinapsta temel nörotransmitter ile birlikte bulunurlar. Her zaman olmasa da çoğu kez, nöromodulatörler ayrı presinaptik veziküller içinde yer alırlar. Temel nörotransmitterler sinaps aralığına salındıklarında postsinaptik membran üzerine hızlı ve kısa bir etki yaparlar; oysa ki nöromodulatörler, aralığa salındıklarında postsinaptik membran üzerine direkt etki yapmazlar. Daha doğrusu; postsinaptik membran üzerine temel nörotransmitterin etkisini arttırır, uzatır, engeller ya da sınırlarlar. Nöromodulatörler ikincil bir haberci sistemdir; ki genellikle moleküler bir iletici olan G-proteini'nde olduğu gibi, etkide bulunurlar ve reseptörün nörotransmittere cevabını değiştirirler. Sinir sisteminin belirli alanlarında; birçok farklı afferent nöron, postsinaptik nöron'u etkileyen birkaç değişik nöromodulatör salabilirler. Böyle bir düzenek, afferent nöronlardan verilen uyarıma (güç miktarına – input'a) bağlı olarak çok farklı cevaplara yol açabilir.

Elektriksel Sinapslar

Elektriksel sinapslar, presinaptik nöronun sitoplazmasından postsinaptik nöronun sitoplazmasına uzanan kanallar içeren geçitli-aralıklı bağlantılardır (gap junctions): İnsan merkezi sinir sisteminde nadiren bulunurlar. Nöronlar elektriksel olarak iletişim kurarlar; kimyasal transmitterler bulunmaz. Köprüleşen kanallar, bir hücreden diğerine en az (minimum) gecikmeyle iyonik elektriksel akım geçişine müsaade ederler. Elektriksel sinapslarda etkinin bir nörondan diğerine hızlı yayılımı, bir grup nöronun aynı fonksiyonu birlikte yapmalarını sağlar. Elektriksel sinapsların bir üstünlüğü de iletimin iki yönlü olmasıdır; kimyasal sinapslarda bu durum görülmez.

Nöroglianın Tanımlanması

Merkezi sinir sisteminin nöronları, hepsi birlikte nöroglia olarak adlandırılan birkaç çeşit uyarılamayan hücre tarafından desteklenir (Şekil 2-25). Nöroglial hücreler genellikle nöronlardan daha küçük ve onların 5-10 katı fazla sayıdadır; beyin ve medulla spinalis'in total hacminin yarısı kadarını oluştururlar.

Nöroglial hücrelerin 4 tipi vardır: (1) astrositler, (2) oligodendrositler, (3) mikroglia ve (4) ependima (Şekil 2-25). Farklı nöroglial hücrelerin yapısal özellikleri, lokalizasyon ve fonksiyonlarının bir özeti Tablo 2-4'de verilmektedir.

Astrositler

Astrositlerin küçük bir hücre gövdeleri ile her yöne uzanan dallı uzantıları bulunur. İki tip astrosit vardır: Fibröz ve protoplazmik.

Fibröz astrositler, başlıca ak maddede bulunurlar. Uzantıları sinir fibrillerinin arasından geçer (Şekil 2-26). Uzantı, uzun, silindirik ve düzdür ve fazla dallanmaz. Hücre gövdesi ve uzantılar, sitoplazmalarında çok sayıda filament içerirler.

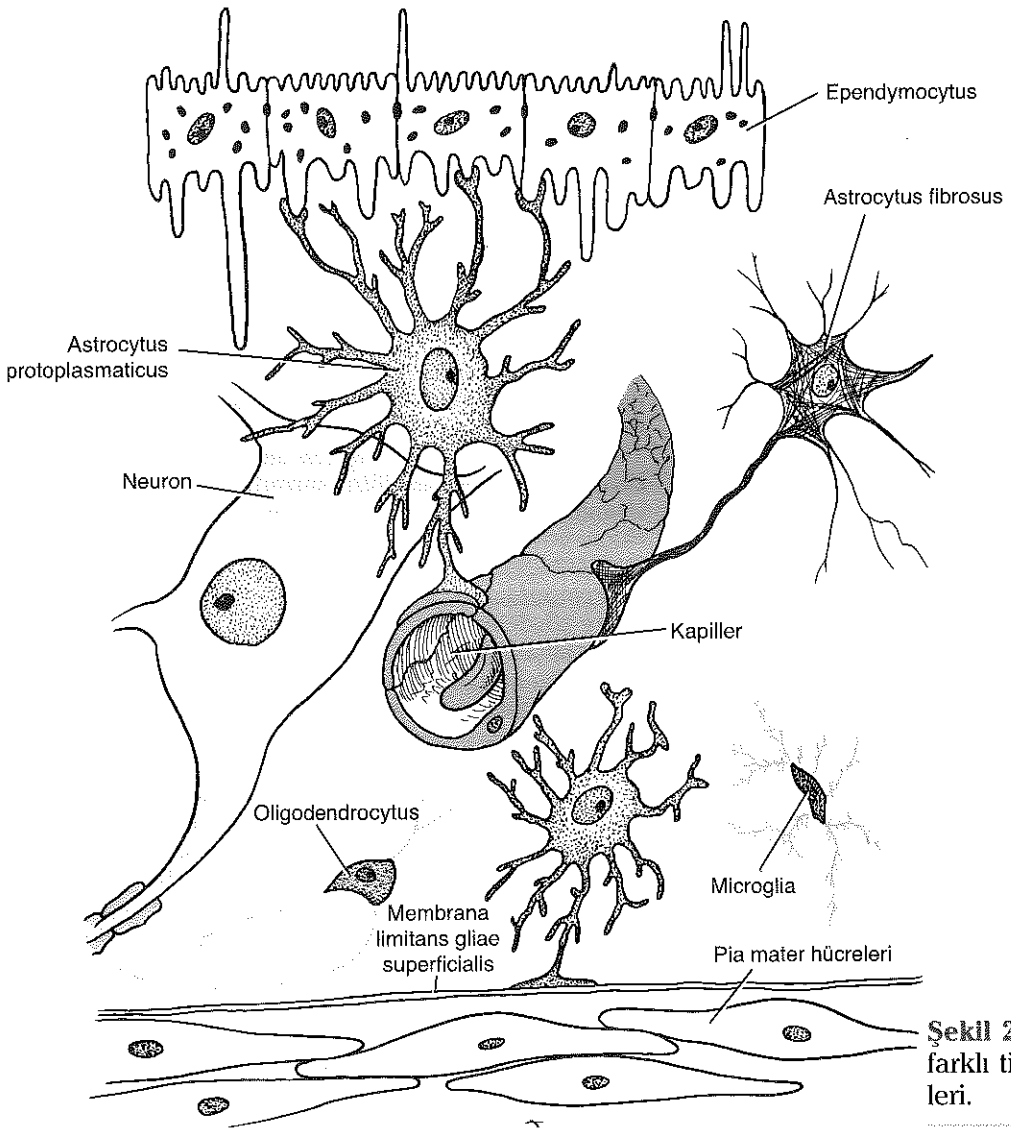
Protoplazmik astrositler sıklıkla, uzantılarının sinir hücre gövdeleri arasından geçtiği gri maddede bulunurlar (Şekil 2-27 ve 2-28). Uzantıları, fibröz astrositlerinkine göre daha kısa, daha kalın ve daha çok dallıdır. Bu hücrelerin sitoplazması fibröz astrositlerinkinden daha az filament içerir.

Astrosit uzantılarının çoğu kan damarlarının üzerinde (perivaskuler ayak) genişleyerek sonlanır, kapillerlerin dış yüzeyleri üzerinde hemen hemen tam bir örtü oluştururlar. Astrosit uzantılarının önemli bölümü, merkezi sinir sisteminin dış ve iç yüzeylerinde birbirleriyle karşılaşarak buralarda membrana limitans glia superficialis ve profundusu meydana getirirler. Dış glia membranı pia materin altında bulunur. İç glia membranı beyindeki ventriküller ve medulla spinalis'teki canalis centralis'i döşeyen ependimanın altında yer alır.

Ayrıca, astrosit uzantıları, pek çok aksonun başlangıç segmentinin ve Ranvier boğumlarındaki aksonun çıplak segmentinin çevresinde de bulunurlar. Akson sonlanmaları çoğu yerde diğer sinir hücrelerinden ve bunların uzantılarından, astrosit uzantılarının oluşturduğu kılıflar tarafından ayrılmıştır.

Astrositlerin Fonksiyonları

Dallanan uzantıları ile astrositler, sinir hücreleri ve sinir fibrilleri için destekleyici bir ağ oluştururlar. Uzantıları fonksiyonel olarak gap junction'lar ile bağlanırlar. Embriyoda bunlar immature nöronların göçü için iskele görevi yaparlar. Nöronlar arasındaki sinaptik temas yerlerini sarar ve akson sonlanmalarını komşu ve ilgisiz nöronların etkilerinden korumada elektriksel yalıtıcı olarak hizmet ederler. Sinapslarda salgılanan nörotransmitter maddelerin yayılmasına karşı bariyerler de oluşturabilirler. Astrositlerin, akson terminallerinden salgılanan gamma aminobutirik asit (GABA) ve glutamik asiti absorbe ederek bu nörotransmitterlerin etkisini sınırladığı gösterilmiştir. Astrositlerin, ekstraselluler aralıktan K^+ iyonlarının fazlasını çekebildikleri, böylece nöronların tekrar harekete geçirilmesinde önemli bir role sahip oldukları görülür. Sitoplasmalarında glikojen depo ederler. Norepinefrine yanıt olarak glikojen glikoza ve hatta lak-



Şekil 2-25 Nöroglial hücrelerin farklı tiplerinin şematik görünüşleri.

tata parçalanabilir ve kullanılmak üzere çevredeki nöronlara salgılanabilir.

Astrositler, dejenere olan sinaptik akson sonlanmalarını tutarak fagositler gibi görev yapabilir. Hastalık nedeniyle nöronların ölümünü takiben çoğalırlar ve önceden nöronlar tarafından işgal edilen alanları doldururlar; bu olaya **glia replasmanı** (gliosis) denilir.

Metabolitlerin veya ham maddelerin kan kapillerlerinden nöronlara geçişi sırasında astrositler, perivaskuler ayakları aracılığı ile bir kanal görevi yapabilmektedirler. Astrositler gap junction'lar ile biraraya geldikleri için, iyonlar ekstraselluler ortama girmeden bir hücreden diğerine geçebilirler. Astrositler, komşu nöronlar üzerinde trofik etkisi olan maddeler üretebilirler. Yapılan son araştırmalar astrositlerin sitokinleri salgıladığını, bu yolla hastalık durumlarında sinir sisteminin içine giren immun sistem hücrelerinin aktivitesini düzenlediğini göstermektedir. Son olarak astrositler kan-beyin bariyerinin yapısında önemli bir rol oynamaktadırlar. Bu bölgelerde astrositlerin uzantıları kan damarlarının bazal membranında genişlemiş ayak şeklinde sonlanırlar (Bkz.sayfa 463).

OLİGODENDROSİTLER

Oligodendrositlerin küçük bir hücre gövdeleri ve az sayıda ince uzantıları vardır; sitoplazmalarında filament bulunmaz. Oligodendrositler çoğunlukla miyelinli sinir fibrilleri boyunca sıralar halinde bulunur ve sinir hücre gövdelerini sararlar (Şekil 2-29). Elektron mikrograflar, tek bir oligodendrositin uzantılarının birkaç sinir fibrilinin miyelin kılıflarına katıldığını göstermektedir (Şekil 2-30). Bununla beraber iki komşu Ranvier boğumu arasındaki miyelini yalnızca bir uzantı yapar.

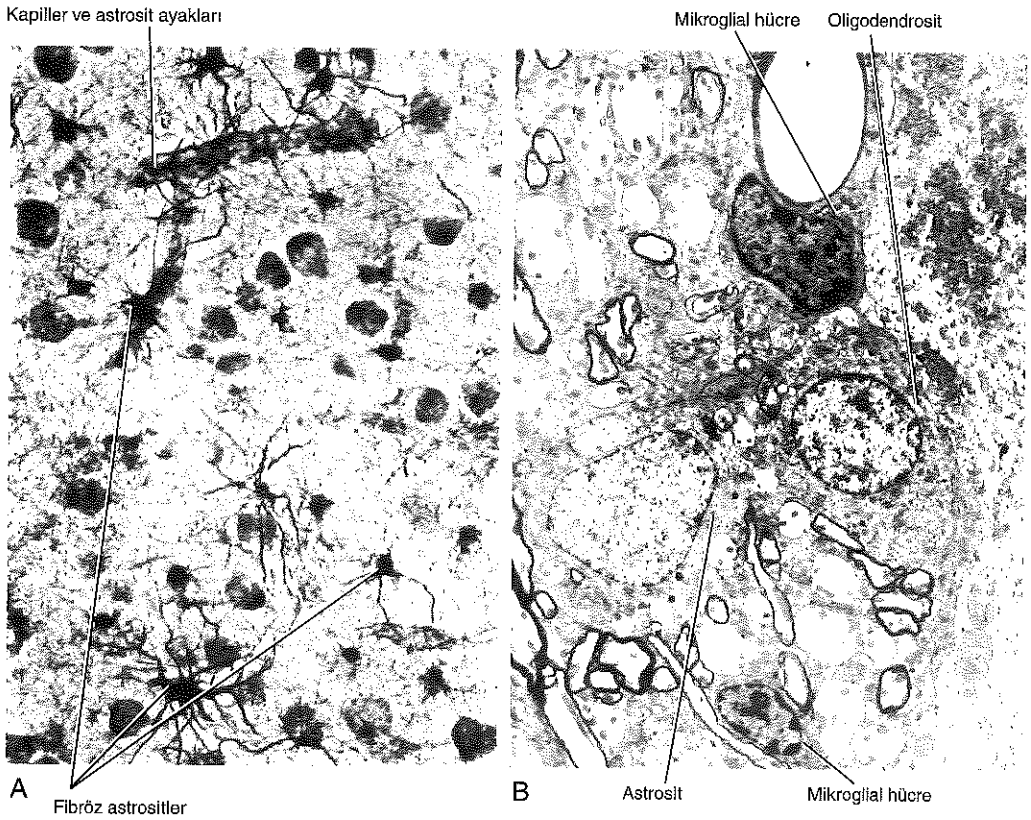
Oligodentrositlerin Fonksiyonları

Periferik sinirlerin miyelini Schwann hücreleri tarafından oluşturulurken, oligodendrositler merkezi sinir sistemindeki sinir fibrillerinin miyelin kılıfının meydana gelmesinden sorumludur. Merkezi sinir sistemindeki aksonların çevresinde myelin kılıfın oluşumu ve yapısının korunması aksonlar için bir yalıtım tabakası oluşturması nedeniyle bu aksonlar boyunca sinir iletim hızının büyük ölçüde artma-

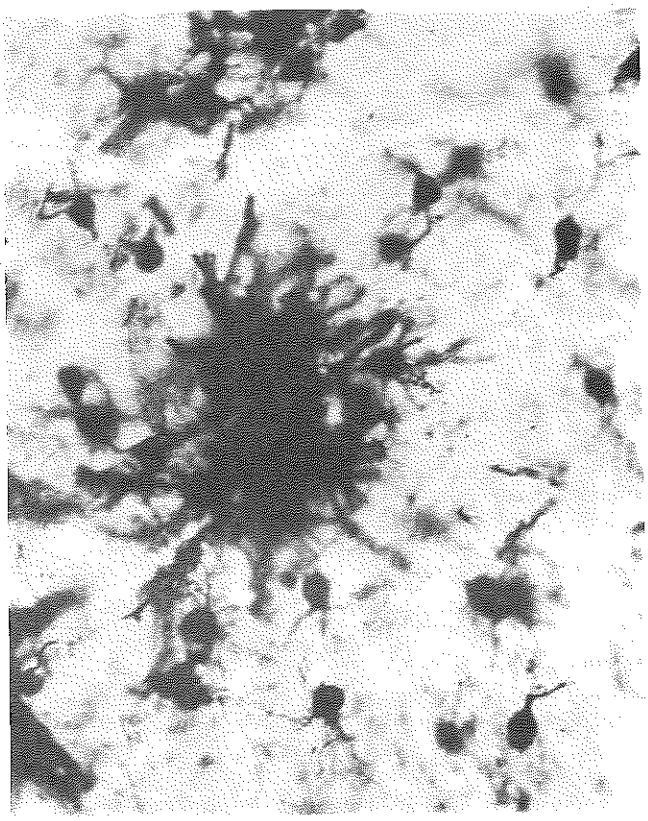
Tablo 2-4 Farklı nöroglial hücrelerin yapısal özellikleri, lokalizasyon ve fonksiyonları.

Nöroglial Hücre	Yapı	Yerleşim	Fonksiyon
Astrositler			
Fibröz	Küçük hücre gövdesi, silindirik uzantılar, sitoplazmik filamentler,	Ak Madde	Destekleyici çatı sağlamak, elektriksel izolatör olmak, nörotransmitterlerin yayılımını sınırlamak, K^+ iyonlarını tutmak,
Protoplazmik	Perivaskuler ayak, küçük hücre gövdesi, kısa kalın uzantılar, çok sayıda dal, sitoplazmik filament, perivaskular ayak.	Gri madde	Glikojen depolamak, fagositik bir fonksiyona sahip olmak, ölen nöronların yerini almak, metabolitler ve ham maddeler için bir kanal oluşturmak, trofik maddeler üretmek
Oligodendrosit	Küçük hücre gövdesi, az sayıda ince uzantı, sitoplazmik filamentlerden yoksun	Miyelinli sinir fibrilleri boyunca sıralar halinde, nöron hücre gövdesi çevresinde	MSS'deki miyelini oluşturmak, nöronların biyokimyasını etkilemek
Mikroglia	Nöroglial hücrelerin en küçükleri, dikensi çıkıntıları olan dalgalı uzantılar	Bütün MSS'de yaygın	Normal MSS'de inaktif, hastalıkta çoğalır, monositlerle birlikte fagositoz.
Ependima			
Ependimositler	Şekli küboidal veya prizmatik, silya ve mikrovilli var, gap junction	Ventrikülleri ve canalis centralis'i döşer	BOS dolaştırma, BOS absorbe etme
Tanisitler	Kapillerler üzerinde son ayaklı uzun bazal uzantılar	3. karıncık döşemesini yapar	BOS'tan hipofizeoportal sisteme madde trasportu
Koroidal epitel hücreleri	Yan ve bazal yüzlerde katlantılar, tight junction'lar	Koroid pleksusların yüzeyini örter	BOS üretmek ve salgılamak

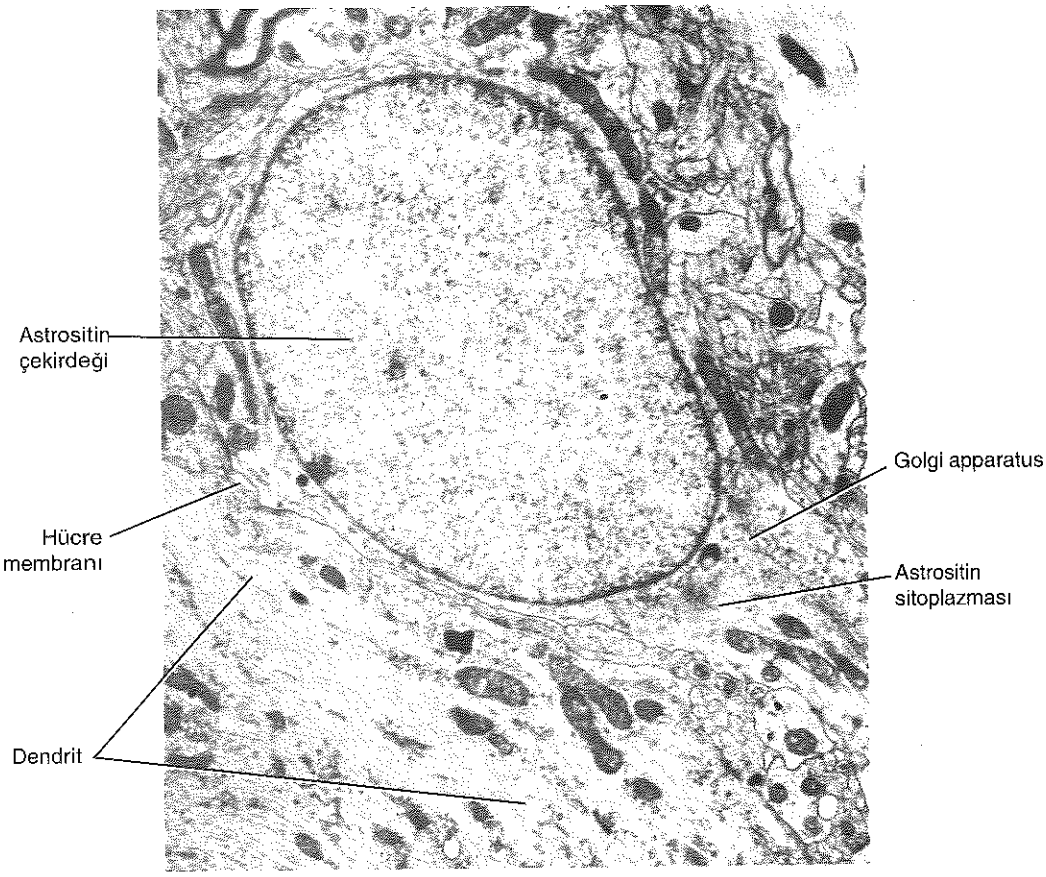
MMS/CNS, merkezi sinir sistemi; BOS/CSF, cerebrospinal sıvı/Beyin-omurilik sıvısı.



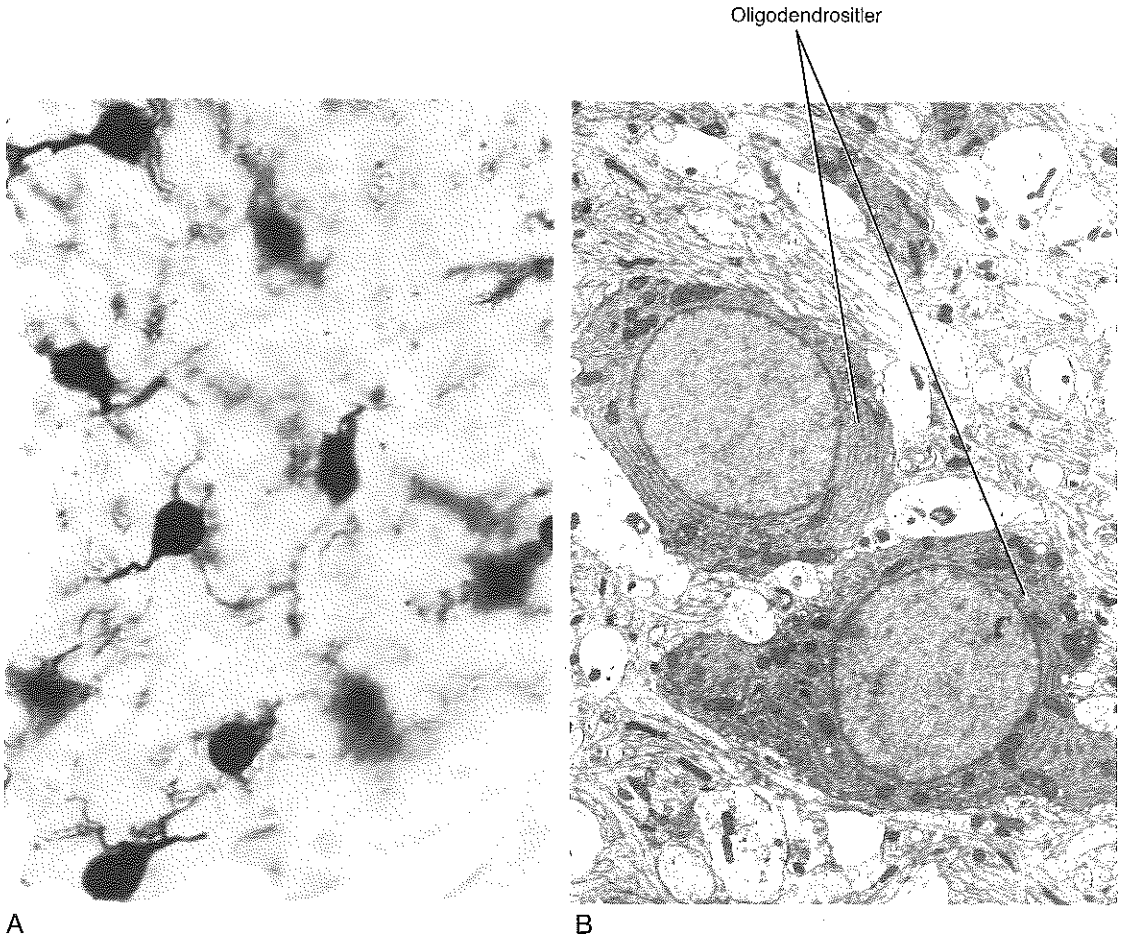
Şekil 2-26 **A:** Fibröz astrositlerin görüldüğü medulla spinalis'in gri madde kesitinin fotomikrografisi . **B:** Bir astrositin görüldüğü elektron mikrograf. (Dr. J. M. Kerns'in izni ile.)



Şekil 2-27 Cortex cerebri'deki protoplazmik astrositlerin fotomikrografi.



Şekil 2-28 Cortex cerebri'deki protoplazmik astrositin elektron mikrografı (Dr. A. Peters'in izni ile).



Şekil 2-29 **A:** Bir grup oligodendrositin fotomikrografı. **B:** İki oligodendrositin elektron mikrografı. (Dr. J. M. Kerns'in izni ile)

sını sağlar (Bkz. sayfa 86). Schwann hücrelerinden farklı olarak, oligodendrositler çok sayıda uzantıları bulunması nedeniyle, her biri ayni veya farklı aksonlar üzerinde bir çok internodal segment oluşturabilirler. Tek bir oligodendrosit 60 kadar internodal segment oluşturabilir. Periferik sinir sistemindeki Schwann hücrelerinden farklı olarak, oligodendrositler ve ilişkide olduğu aksonların bir bazal membran ile sarılmamış olduğunu belirtmek gerekir. Miyelinasyon intrauterin yaşamın 16. haftasında başlar ve postnatal dönemde, çocuğun yürümesi ile bütün büyük sinir fibrilleri miyeline olana kadar sürer.

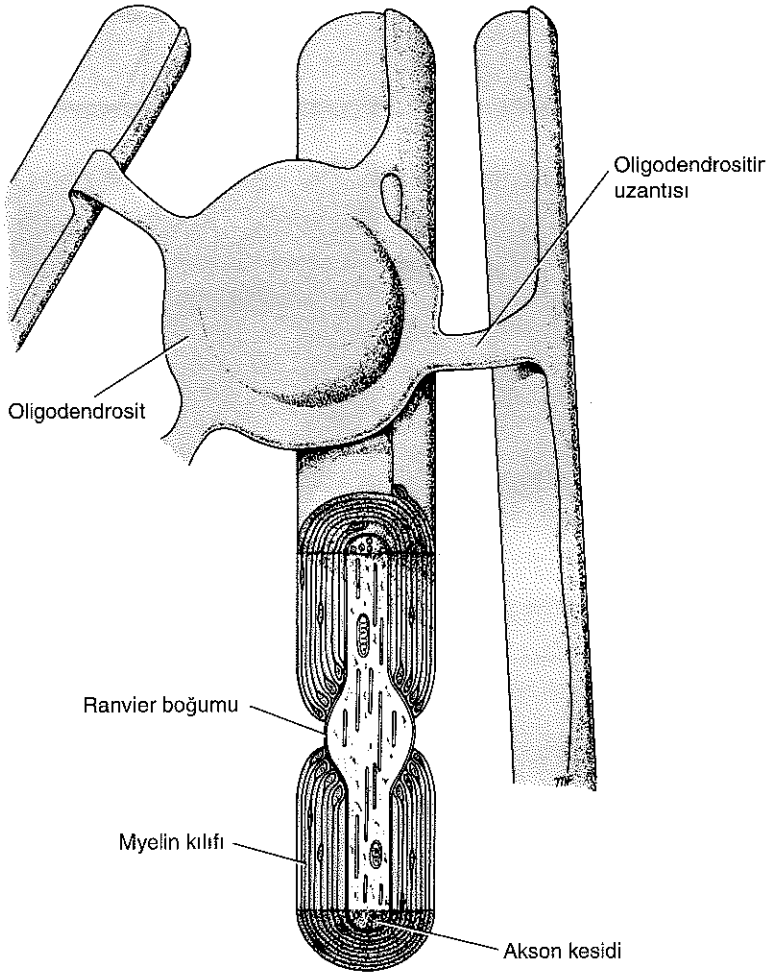
Oligodendrositler ayni zamanda sinir hücre gövdelerini de sararlar (satellit oligodendrositler) ve periferik duyusal ganglionların satellit veya kapsuler hücrelerininkine benzer bir fonksiyonları vardır. Bunların, nöronların biyokimyasal çevrelerini etkiledikleri düşünülmektedir.

Mikroglia

Mikroglial hücreler embriyolojik olarak diğer nöroglial hücrelerle ilişkili değildir ve sinir sisteminin dışındaki makrofajlardan türerler. Mikroglial hücreler, nöroglial hücrelerin en küçükleridir ve merkez sinir sisteminde yaygın olarak bulunurlar (Şekil 2-31). Küçük hücre gövdelerinden, dalgalı ve dallanan uzantıları doğar; bu uzantıların üzerinde çok sayıda dikensi çıkıntılar bulunur. Bağ doku makrofajlarına oldukça benzerler. Fetal yaşamda sinir sistemi içine göç ederler. Mikroglial hücreler, travma ve iskemik yaralanmanın yol açtığı doku hasarında, Alzheimer, Parkinson, multiple skleroz ve AIDS gibi hastalık durumlarında sayıca artarlar. Bu yeni hücrelerin çoğu kandan göç eden monositlerdir.

Mikroglial Hücrelerin Fonksiyonu

Normal beyin ve medulla spinalis'teki mikroglial hücreler inaktif olarak bulunurlar ve bazen bunlara istirahatteki mikroglia hücreler de denilir. Merkezi sinir sisteminin inflamatuvar hastalıklarında immun efektör hücreler haline gelirler. Uzantılarını çeker ve lezyon yerine göç ederler. Burada çoğalırlar, APC (antigen presenting cell) olurlar ve organizmaların saldırılarına T lenfositler ile birlikte karşı dururlar. Aktif olarak fagositoz yaparlar; sitoplazmaları lipidler ve hücre artıkları ile dolar. Komşu



Şekil 2-30 Uzantıları merkezi sinir sistemi içindeki dört sinir lifinin miyelin kılıfları ile devam eden tek bir oligodendrosit.

kan damarlarından gelen monositler mikroglial hücrelere katılırlar.

Ependima

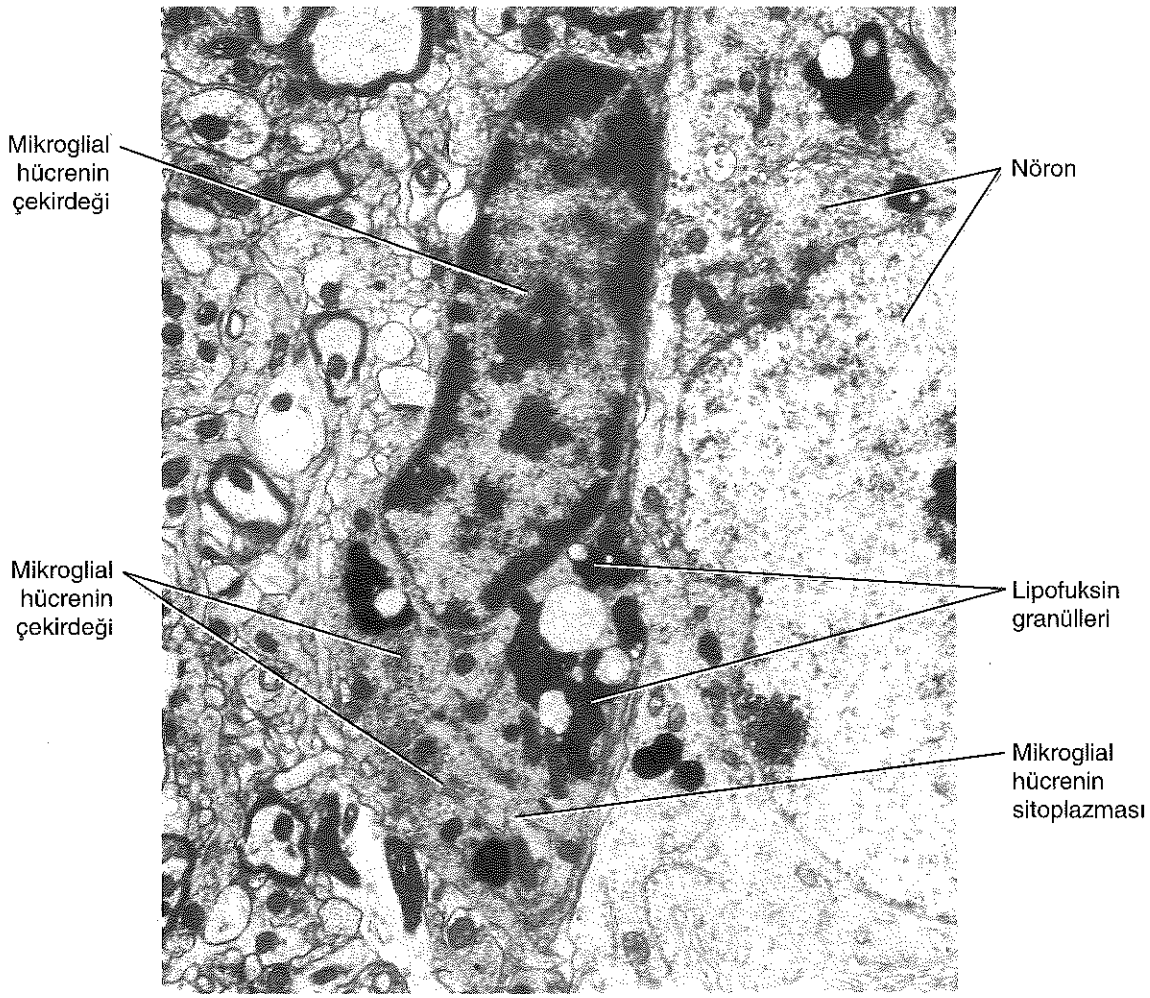
Ependimal hücreler, beyin kavitelerini ve medulla spinalis'in canalis centralis'ini döşer. Küboidal veya prizmatik şekilli olan tek bir hücre sırası oluşturur (Şekil 2-32); bu hücreler mikrovillus ve silyaya sahiptir. Silya çoğu kez hareketlidir ve hareketleri ile serebrospinal sıvının akışına yardım eder. Ependimal hücrelerin bazal yüzleri membrana limitans glia interna üzerinde yer alır.

Ependimal hücreler 3 gruba ayrılabilir:

1. Beyinin ventrikülleri ve medulla spinalis'in canalis centralis'ini döşeyen ve beyin omurilik sıvısı ile temasta olan **ependimositler.** Komşu yüzleri gap junctionlar taşır, ancak beyin omurilik sıvısı, merkezi sinir sisteminin interselluler aralıkları ile serbest olarak temastadır.
2. Hypothalamus'un eminentia mediana'sını örterek 3. karıncık döşemesini kaplayan **tanisitler**. Bu hücrelerin, eminentia mediana hücreleri arasından geçen ve son ayakları kan kapilleri üzerinde yer alan uzun bazal çıkıntıları vardır.
3. Plexus choroideus'ların yüzeyini örten **koroidal epitel hücreleri.** Bu hücrelerin yan ve bazal yüzleri kıvrımlar yapar; lumene bakan yüzeyleri yakınında hücreleri çepeçevre kuşatan tight junction'larla biribirlerine tutunurlar. Tight junction'ların varlığı, beyin-omurilik sıvısının alttaki dokulara sızmasını engeller.

Ependimal Hücrelerin Fonksiyonları

Ependimositler silyalarının hareketi ile beyin ve medulla spinalis'in kavitelerindeki beyin-omirilik sıvısının dolaşımına yardım eder. Ependimositlerin serbest yüzeyleri üzerindeki mikrovilluslar, bunların ayni zamanda absorbtif bir fonksiyonları olduğunu göstermektedir. Tanisitlerin, beyin-omurilik sıvısındaki kimyasal maddeleri hipofizeoportal sisteme taşıdığı düşünülmektedir.



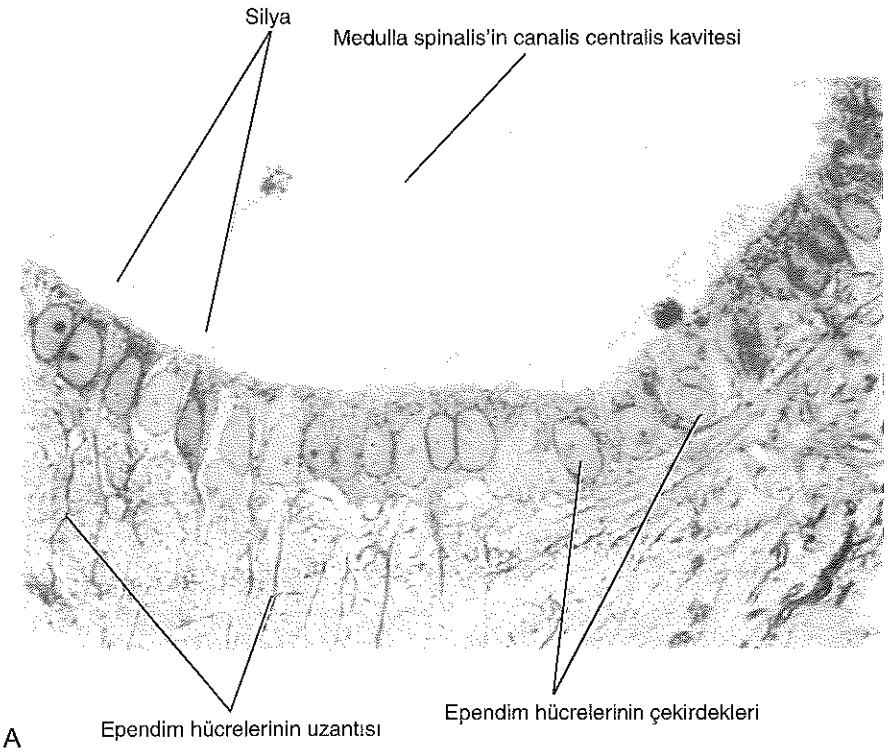
Şekil 2-31 Cortex cerebri'deki mikroglial hücrelerin elektron mikrografları (Dr. A. Peters'in izni ile).

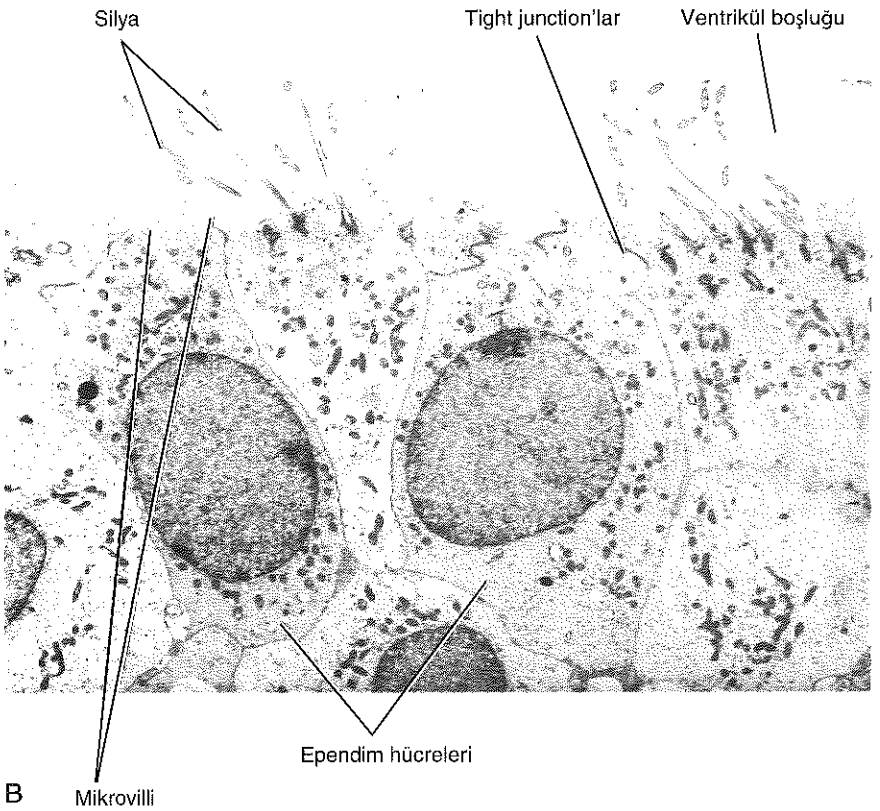
Bu bağlamda, gl. pituitaria'nın ön lobundaki hormon üretiminin kontrolunda ufak bir rolleri olabilir. Koroidal epitel hücreleri, plexus choroideus'larda beyin-omurilik sıvısı üretimi ve salgılanması ile ilgilidir.

Ekstrasellular Aralık

Sinir doku elektron mikroskopta incelendiğinde, oldukça dar bir aralığın nöronları ve nöroglial hücreleri ayırdığı görülür. Bu aralıklar birbirlerine bağlıdır ve doku sıvısı ile doludur; buna ekstrasellular aralık denir. Ekstrasellular aralık, dışta subaraknoidal aralıktaki beyin-omirilik sıvısı ile ve içte beyin ventrikülleri ve medulla spinalis'in canalis centralis'indeki beyin-omurilik sıvısı ile hemen hemen direkt bağlantı halindedir. Ekstrasellular aralık aynı zamanda beyin ve omurilikteki kan kapillerlerini de çevreler (merkezi sinir sisteminde lenfatik kapiller yoktur).

Bu bağlamda ekstrasellular aralık kan ile nöron ve glial hücreler arasında iyon ve molekül değişimi için bir yol sağlar. Pek çok kapillerin endotel hücrelerinin plazma membranı, bir çok kimyasal için geçirgen değildir; bu da kan-beyin bariyerini oluşturur.





Şekil 2-32 **A:** Medulla spinalis'in canalis centralis'ini döşeyen ependimal hücrelerin fotomikrografı. **B:** 3. ventrikül kavitesini döşeyen ependimal hücrelerin elektron mikrografı (Dr. J. M. Kerns'in izniyle).

KLİNİK BİLGİLER

Konuya Genel Bakış

Nöron, sinir sisteminin temel fonksiyonel birimidir. Erişkin insanda travma veya hastalık nedeni ile harap olursa yerine yenisi konmaz. Hücre bölünmesi geçirme yetenekleri yoktur.

Nöron, hücre gövdesi ile akson ve dendrit denilen uzantılardan meydana gelir. Üç bölüm de iletim olayı ile ilgilidir. Hücre gövdesi bütün metabolizma olayları için gereklidir. Hastalık veya basit travma sonucunda, bu uzantılar hücre gövdesinden ayrılırlarsa, hızla dejenere olurlar. Bu, makromoleküllerin hücre gövdesinden aksona taşınması gerekliliğini açıklar ve ayni zamanda aksonun hücre gövdesine olan bağlılığının önemini vurgular. Aksoplazmik transportun derecesi, sinir terminallerinde transmitter maddenin salgılanması için yeterli değildir. Bu problem iki şekilde çözümlenir. Birincisi, sinir terminallerinde, ekstrasellüler sıvıdan kaynaklanan amino asitlerden transmitterleri sentezleyen enzimler bulunur; ikincisi, bazı terminallerde transmitter, salgılanmasının ardından geriye, terminal içine rezorbe edilir. Klinik olarak, bu geri alma mekanizmalarını ilaç kullanarak etkilemek mümkündür.

Nöronların aksine nöroglial hücreler uyarılamazlar; ne aksonları vardır, ne de üzerlerinde sinaps yapan akson terminalleri. Nöronlardan daha küçüktürler ve onların 5-10 katı fazladırlar. Merkezi sinir sisteminin aşağı yukarı yarı hacmini oluştururlar.

Nöronun Yaralanmaya Yanıtı

Yaralanmaya/hasarlanmaya karşı bir sinir hücresinin ilk reaksiyonu fonksiyon yitimidir. Hücrenin normale dönmesi veya ölümü, hasar yapan ajanın şiddeti ve etki süresine bağlıdır. Birkaç dakikalık oksijensizlik nedeniyle, hızla gelişirse, morfolojik değişiklikler hemen ortaya çıkmayacaktır. Hücre incinmesinin morfolojik belirtilerinin ortaya çıkması için hücrenin en az 6-12 saat daha canlı kalması gerekir. Sinir hücresi şişer ve yuvarlaklaşır; çekirdek şişer ve hücre perifesine doğru yer değiştirir. Nissl granülleri sitoplazmanın periferine doğru dağılır. Bu aşamada nöron eski normal haline dönebilir. Nöral yaralanmanın cinsi, ölüme yol açacak kadar şiddetli değilse, onarıcı değişiklikler görülmeye başlayacaktır. Hücre, önceki büyüklük ve şeklini yeniden kazanacak, çekirdek hücre gövdesinin merkezine dönecek ve Nissl granülleri kendi normal pozisyonlarını alacaklardır.

Hücre ölümünün gerçekleşmesine yakın veya gerçekleştiği sırada, hücre sitoplazması bazik boyalarla boyanır (hiperkromatinizm) ve çekirdek yapısı belirsizleşir. Son aşama, hücre ölümünün arkasından ortaya çıkar. Sitoplazma vakuollü hale gelir; çekirdek ve sitoplazmik organeller parçalanarak dağılır. Bu durumda nöron çözülmüştür; fagositlerin faaliyeti ile ortadan kaldırılır. Merkezi sinir sisteminde bu görevi mikroglial hücreler, periferik sinir sisteminde ise retikuloendotelyal sistemin bölgesel elemanları yerine getirir.

Hasarlanmanın kronik şekillerinde hücre gödesinin büyüklüğü azalır; çekirdek ve sitoplazma hiperkromatinizm gösterir. Çekirdek zarları ve sitoplazmik organellerin zarlarında düzensizlik ortaya çıkar.

Aksonal Yanıt ve Aksonal Dejenerasyon

Aksonal yanıt ve aksonal dejenerasyon bir sinir hücresinde, akson kesildiği veya yaralandığı zaman ortaya çıkan değişiklerdir. Değişiklikler yaralanmadan sonraki 24-48 saat içinde görülmeye başlar. Değişimin derecesi aksonun incinme şiddetine bağlıdır ; eğer incinme hücre gövdesine yakınsa daha büyük olacaktır. Sinir hücresi yuvarlaklaşır ve şişkinleşir, çekirdek şişer ve eksentrik yerleşim gösterir; Nissl granülleri sitoplazmanın periferine doğru dağılır. Bu değişiklikler 12 gün içinde maksimum düzeye ulaşır.

Periferik sinir sisteminde, bir akson kesilmesini hücre gövdesinde ortaya çıkan rejenerasyon ve onarıma yönelik değişiklikler izler.

Merkezi sinir sisteminde dejenerasyonu rejenerasyon izlemez. Örneğin, kortikospinal yollar hastalık nedeniyle hasar görürse, bu aksonların çıktığı sinir hücreleri dejenere olur ve tamamen yok olurlar.

Yukarıda açıklanan sinir hücrelerinin aksonal yanıtının önemli bir istisnası vardır. Bu, spinal sinirlerin arka kök ganglionlarındaki sinir hücrelerinde ortaya çıkar. Periferik aksonlar kesilirse, sinir hücreleri dejeneratif değişiklikler gösterirler; bununla birlikte merkezi aksonlar kesilir veya tabes dorsalis gibi hastalıklar nedeniyle hasarlanırsa, sinir hücresi herhangi bir dejeneratif değişiklik göstermez.

Aksonal Taşıma ve Hastalık Yayılması

Merkezi sinir sisteminin akut viral hastalığı olan kuduz, enfekte bir hayvanın ısırması ile bulaşır. Virus enfekte hayvanın tükrüğünde bulunur ve ısırmadan sonra hem duyusal hem motor sinirlerin aksonal transportu yoluyla merkezi sinir sistemine taşınırlar. İnkubasyon süresi virusun etkilediği periferik sinirin uzunluğuna bağlıdır: sinir uzunsa, enkubasyon süresi de o kadar uzun olur. **Herpes simplex** ve **herpes zoster** de, vücudun farklı bölümlerine aksonal transportla yayılan viral hastalıklardır. Aksonal taşımanın, **poliomyelitis** virusunun mide-barsak kanalından medulla spinalis'in ön boynuz motor hücreleri ve beyin sapına yayılmasında da rolü olduğu düşünülmektedir.

Nöronların Tümörleri

Sinir sistemi tümörleri düşünüldüğünde, sinir sisteminin birçok farklı tipteki dokudan meydana geldiği unutulmamalıdır. Merkezi sinir sisteminde nöronlar, nöroglialar, kan damarları ve meninges, periferik sinir sisteminde nöronlar, Schwann hücreleri, bağ doku ve kan damarları vardır. Merkezi sinir sistemindeki nöronların tümörleri nadirken, periferik nöronların tümörleri çok yaygın değildir.

Nöroblastoma böbreküstü bezi ile ilgili olarak ortaya çıkar; oldukça malignd ir. Bebek ve çocuklarda görülür. **Ganglionöroma**, böbreküstü bezi veya sempatik gangionlarda meydana gelir; benigndir. Çocuklarda ve erişkinlerde ortaya çıkar. **Feokromatositoma** böbreküstü bezinde oluşur; genellikle iyi huyludur. Norepinefrin ve epinefrin salgıladığı için hipertansiyona yol açar.

Sinaptik Blokaj Yapan Maddeler

Bir sinir impulsunun bir sinapsı geçişi, sinaps yangına nörotransmitter salgılanması ile olur. Geçiş tek yönde meydana gelir ve çoğu sinapsın eşik altı uyarılması birikime yol açar. Salgılanan transmitter, daha sonra postsinaptik membranın

sodyuma geçirgenliğini arttırarak eksitasyona yol açmak veya postsinaptik membranın klora geçirgenliğini arttırarak inhibisyona neden olmak üzere kullanılır.

Sinaps, geçişin kolayca engelleneceği bölgedir. Genel bir kural olarak çok sayıda sinapsa sahip, uzun zincirli nöronlar daha kısa, daha basit zincirli nöronlara göre daha kolay bloke edilirler. Genel anestezik maddeler sinaptik geçişi bloke edebilme yetisine sahiptirler.

Otonom ganglionlarda, preganglionik lifler ganglionların içine girerler ve postganglionik sempatik veya parasempatik nöronlar ile sinaps yaparlar. Sinir impulsu preganglionik sinir sonlanmasına ulaştığında asetilkolinin serbestleşmesini sağlar; bu madde de postganglionik nöronda sinirsel bir impuls oluşumuna yol açar.

Ganglionları bloke eden maddeler, etki mekanizmalarına bağlı olarak üç grup içinde incelenebilirler. **Hekzametonyum** ve **tetraetilamonyum** tuzlarını içeren birinci grup maddeler, postsinaptik membranda asetilkolin gibi davranarak sinapstan geçişi inhibe ederler. **Nikotin** içeren ikinci grup maddeler; postsinaptik membran üzerinde asetilkolin ile ayni etkiye sahiptirler fakat kolinesteraz tarafından parçalanamazlar. Bu durum postsinaptik membranın uzamış depolarizasyonuna yol açar; asetilkolin tarafından oluşturulacak olan başka impulslara karşı duyarsızlığa sebep olur. Maalesef bu depolarizasyon bloğu ilk stimulasyon ile ilişkilidir. Bu yüzden bu grup ilaçlar klinik kullanım için uygun değildir. **Prokain** içeren üçüncü grup maddeler preganglionik liflerden asetilkolinin serbestleşmesini inhibe ederler.

Merkezi sinir sistemine ulaşmadaki zorluklar yüzünden, spesifik sinapslarda özel transmitter maddelerin salgılandığını göstermek daha zordur. Örneğin beyin içinde veya medulla spinalis'te izole edilmiş bir sinirsel yolun uyarılması çok zordur. Renshaw hücreleriyle bağlantılı olan motor nöron kollaterallerinin, sonlandıkları yerde asetilkolin salgıladıkları gösterilmiştir. Merkezi sinir sistemindeki bazı sinapslar kolinerjiktir. Monoklonal antikor tekniklerinin gelişmesi ile merkezi sinir sistemindeki kimyasal mediyatörlerin tanınması ve lokalizasyonları konusunda tümüyle yeni yaklaşımlar ortaya çıkarılmıştır. P maddesi, somatostatin ve kolesistokinin merkezi sinir sisteminde yerleşen nöropeptidlere birkaç örnektir.

Merkezi sinir sistemindeki farklı norepinefrin konsantrasyonları bazı araştırmacıların bu maddenin santral bir nörotransmitter olarak fonksiyon görebileceğine inanmalarına yol açmıştır. Konsantrasyonlar gri cevherde beyaz cevhere oranla daha fazladır ve en yüksek konsantrasyon hypothalamus'ta bulunmuştur. Dopamin merkezi sinir sisteminde yüksek konsantrasyonlarda bulunur ve substantia nigra'da bulunan nöronlar tarafından salgılanır.

Periferik sinir sisteminde kullanılan kolinerjik bloke edici maddelerin bazılarının merkezi sinir sistemindeki kolinerjik sinapslar üzerindeki etkisi azdır veya yoktur; çünkü bunlar kan-beyin bariyerini önemli konsantrasyonlarda geçemezler. Atropin, skopolamin ve diizopropilfosforoflorid (DPF) bariyeri etkin bir şekilde geçerler ve insan davranışları üzerindeki etkileri çalışılmaktadır. Benzer şekilde bazı psikotropik ilaçların sinaptik alanlarda katekolaminlerin serbestleşmesini sağlayarak merkezi sinir sistemi aktiviteleri üzerinde değişiklikler oluşturduğuna inanılmaktadır. Örneğin fenotiazinlerin postsinaptik nöronlarda dopamin reseptörlerini bloke ettiği düşünülmektedir.

Nörotransmitterlerin Manipülasyonu ile Ciddi Nörolojik Hastalıkların Tedavisi

Merkezi sinir sisteminde saptanan nörotransmitterlerin sayısının artması ve etki alanlarının belirlenmesi ciddi hastalıklarda spesifik ilaçların uygulanabilmesini mümkün kılmıştır. Örneğin nöron kaybının olduğu Huntington koresinde GABA ve asetilkolin transmitter olarak kullanılmaktadırlar. GABA kan-beyin bariyerini geçemez fakat bir kolinesteraz inhibitörü olan fizostigmin bariyeri geçer ve onun kullanılması iyileşmeye yol açar. Parkinson tedavisinde kullanılan L-dopa kullanımı en başarılı olan transmitterdir. Bu hastalıkta eksik olan, normalde substantia nigra'daki nöronlardan salgılanan dopaminin yerini alır.

Sinaptik geçiş işleminin bazı yollar ile modifiye edilmesi sonucunda ilaçlar hızla geliştirilmektedir: (1) nörotransmitter sentez sürecine müdahale edilerek. (2) postsinaptik membrandan ilaç alımı inhibe edilerek. (3) postsinaptik membranda reseptör alanına nörotransmitter bağlanması ile. (4) nörotransmitter aktiviteyi sonlandırarak.

Nöroglianın Hasarlanmaya Yanıtı

Fiziksel travma veya damarsal tıkanmanın neden olduğu yaralanmaya karşı nöroglial hücrelerin yanıtı astrositlerin hiperplazisi ve hipertrofisi ile karakterizedir. Önceki morfolojisi ne olursa olsun fibröz yapı kazanırlar. Astrositlerin çoğalması astrositozis veya gliozis olarak kabul edilir. Yitirilen nöronal dokunun yeri volüm yönünden glial hipertrofi ile karşılanmaz. Büyüyen astrositlerin sitoplazması çok sayıda fibril ve glikojen granülleri içerir. Nöronal dejenerasyonun ortaya çıktığı alanlarda, astrosit uzantılarının yoğun keçeye benzeyen ağı glia nedbesini (glia skarı) oluşturur. Travmatize olmamış beyindeki temiz bir cerrahi insizyonun kalıntıları ile karşılaştırıldığında, nöronal dokudaki hasardan kaynaklanan artıklarda gliozisin derecesi çok daha fazladır. Büyük glia skarı nedeni ile fokal epilepsisi olan hastalarda, skar cerrahi olarak çıkarıldığında minimal glial reaksiyon kalması bu yüzdendir.

Oligodendrositler, yaralanmaya, büyüyerek ve sitoplazmalarında vakuolizasyon göstererek yanıt verirler; çekirdekleri piknotik duruma gelir.

Oligodendrositlerin fazla hasarı demiyelinasyonla sonuçlanır.

Merkezi sinir sisteminin inflamatuvar ve dejeneratif lezyonlarında mikroglial hücreler uzantılarını çeker ve lezyon alanına göç ederler. Orada çoğalır ve aktif şekilde fagositoz yaparlar; sitoplazmaları lipidler ve hücre artıkları ile dolar. Yakındaki kan damarlarından göç eden monositler fagositik aktiviteleri ile bunlara katılırlar.

Mikroglial hücreler, multipl sklerozis, AIDS'teki demans, Parkinson hastalığı ve Alzheimer hastalığını içine alan bazı hastalıklarda aktiftir.

Nöroglia'nın Neoplazmaları

Nöroglia tümörleri, intrakranyal tümörlerin %40-50'ini oluşturur. Böyle tümörler **gliom** olarak adlandırılır. Astrosit tümörleri bunların en sık karşılaşılanlarıdır; astrositomalar ve glioblastoma'ları kapsar. Ependimomalar dışında nöroglia tömürleri ileri derecede invazifdir. Bu da, tam cerrahi çıkarılmadaki başarının zorluğunu ve operasyondan sonra tekrarlama olasılığını açıklar. Bir diğer özellik de, bu tömürlerin infiltre olduklarında, komşu nöronların fonksiyonlarına engel olmadıklarıdır. Sonuç olarak, tümör çoğunlukla gösterdiği semptomlardan ve fizik bulgulardan çok daha fazla büyüktür.

Multipl Sklerozis

Multipl sklerozis (MS) merkezi sinir sisteminin en yaygın hastalıklarından biridir ve 250.000 kadar Amerikalıyı etkilemektedir. Merkezi sinir sisteminin ak maddesinde, genelde görme siniri, omurilik ve beyincikte demiyelinasyon alanlarının ortaya çıkmaya başlaması ile karakterizedir. Miyelin kılıf dejenere olur; astrositlerin proliferasyonu ve glial nedbesi oluşumu sonucunda miyelin ortadan kalkar. Demiyelinasyon olurken aksondaki sinir impulslarının iletimi engellenir. Isı yükselmesi aksiyon potansiyelinin süresini kısalttığı için, multipl seklerozisin erken belirtilerinden biri, semptomlar ve belirtilerin soğuma ile düzelebildiği ve sıcak bir banyonun ısısı ile kötüye gittiğidir. Pek çok olgu 20 ve 40 yaşları arasında ortaya çıkar. Her ne kadar viral bir enfeksiyon ve bir immun yanıt arasındaki bir etkileşim sorumlu olabilirse de, hastalığın nedeni bilinmiyor. Bu hastalığın daha ileri düzeyde tartışması için bölüm 4'e bakınız.

Beyin Ödemi

Beyin ödemi, baş yaralanmalarını, serebral enfeksiyonlar veya tömürleri izleyebilen oldukça yaygın klinik bir durumdur. Beyinin şişmesi, serebral kıvrımlarının düzleşmesi, tentoryal çentik veya foramen magnum yoluyla beyin herniasyonu ve hatta ölümle sonuçlanabilir.

Beyin ödemi, merkezi sinir sistemi dokularının su içeriğindeki anormal bir artış olarak tanımlanabilir. Üç şekli vardır: 1. vazojenik, 2. sitotoksik ve 3. interstisyel. Vazojenik ödem oldukça yaygın bir tiptir; kapiller duvarındaki bozukluk sonucunda veya kan-beyin baryerinin tam oluşmadığı yeni kapillerlerin bulunması nedeniyle ekstrasellüler aralıkta doku sıvısı toplanmasında kaynaklanır. Enfeksiyonlar, travma ve tümörler sonucunda meydana gelebilir. Sitotoksik ödem, sinir doku hücreleri (nöronlar ve glia) içinde, hücresel şişmeyle sonuçlanan sıvı toplanmasından kaynaklanır. Neden, toksik veya metabolik olabilir ve plazma membranındaki ATP sodyum pompa mekanizmasında bir yetersizlik meydana getirir. İntertisyel ödem ise, obstruktif hidrosefalus'ta, beyin-omurilik sıvı basıncındaki yükselme, sıvıyı ventriküler sistemden dışarı ekstrasellular aralığa geçmeye zorladığında meydana gelir.

Beyin ödeminde iki anatomik faktör hatırlanmalıdır: (1) Çevredeki kafatası beyin hacmini sınırlar ve (2) doku sıvısı, lenfatik drenaj bulunmadığı için birincil olarak beyin venleri yoluyla venöz sinuslara drene olur.

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ

1. Koldaki kesilmiş bir nervus radialis'in onarım operasyonu sırasında nöroşirurjiyen bağ doku destekli büyük bir sinir demetini opere ettiğini kavradı. Sinir liflerinin ya aksonlar veya dendritler olduğunu, ya da sinirin akson ve dendritlerin bir karışımı olduğunu anladı. Radial sinirin kompozisyonu hakkında sizin anladığınız nedir?
2. Tanınmış bir nöroşirurji ders kitabı, periferik sinir onarımından sonraki prognoz hakkında şu açıklamalara yer veriyor: a) Hasta ne kadar gençse, fonksiyonel dönüş o kadar daha iyi olur. b) Hasarlanma, sinirin ne kadar distalinde ise onarım o kadar iyi olacaktır. c) Lezyon hücre gövdesine ne kadar yakınsa, bu besin merkezine etkisi o kadar büyük olur. d) Duyusal sinir hücreleri motor sinir hücrelerine göre bu retrograd olaylardan daha fazla etkilenirler. Bu açıklamaları yorumlayınız.
3. 18 yaşındaki erkek hasta, median sinirin kesildiği sağ kolunun hasarlanmasından 12 ay sonra bir sinir cerrahı tarafından muayene edildi. Hasralanmadan kısa süre sonra yapılan ilk operasyonda doku temizlenmesi uygulanmıştı ve ayrılmış olan sinir uçları radyoopak dikişle biraraya getirilmişti. Ne yazık ki, yara enfekte oldu ve sinirin cerrahi onarımı gecikti. 12 aylık bir gecikmenin ardından periferik sinirin onarımını düşünmek pratik midir?
4. Sinir dokusuna ait patoloji örneği mikroskopta incelenirken patolojist, dokunun alındığı kişinin cinsiyetini ayırabildi. Bunu nasıl yapabilirsiniz?
5. Aksoplazmik akış sinir sistemindeki bazı virusların taşınmasını da kapsar. Nöron sitoplazmasında bulunan hangi yapılar bu olayda yer alır?
6. Tüm ölümlerin %1 kadarı intrakranyal tümörler nedeniyle olur. Kafatası içinde sinir sistemine ek olarak birçok farklı doku bulunur. Bundan başka, sinir sisteminin kendisi birçok farklı doku türünden oluşmuştur. Gerçekten sinir hücre ve fibrillerinin neoplazmalarından ortaya çıkan tümörler nadirdir. Merkezi sinir sisteminde ve periferik sinir sisteminde bulunana farklı doku tiplerini adlandırın.
7. Bir sinir hücresi uyarıldığı zaman plazma membranının geçirgenliği, membranı geçen bazı iyonik hareketlere izin vermesi sonucu değişir. a) Plazma membranının yapısı nasıldır? b) Sinir hücresi uyarıldığında plazma membranının geçirgenliği artar mı, azalır mı? c) Lokal analjeziklerin plazma membranı üzerine etkisi nedir?
8. Sinaps sinir iletiminin kolayca bloke edildiği yerdir. Klinik olarak, kullanılan ganglion bloke edici ilaçlar ganglionlardaki sinir uçlarından salgılanan asetilkolinle yarışarak etki yaparlar. Bu amaçla kullanılan iki grup ilaç belirtin ve etki ettikleri yeri açıklayın.
9. Annesi tarafından sağ gözünün dışa doğru fırlama yaptığına (proptosis) dikkat çekilen 2 yaşındaki erkek çocuk bir pediatriste getirildi. Sorulduğunda anne, bu durumu ilk defa 1 ay önce farkettiğini ve o zamandan beri kötüleşerek ilerlediğini belirtti. Çocuk bunun dışında tamamen sağlıklı idi. Fizik muayenede sağ gözün belirgin proptozisi dışında çocuğun her yönden sağlıklı olduğu

gözlendi. Abdomenin dikkatli palpasyonu, abdomenin üst parçasında orta çizgiyi aşarak genişleyen büyük, yumuşak bir kitle ortaya çıktı. CT, vücut görüntülemesini içeren radyolojik muayene sağ böbreği aşağı doğru iten iri ve yumuşak bir kitleyi ortaya çıkardı. Sağ orbital kavitede, suprarenal ya da komşu sempatik dokudan kaynaklanan metastazlı malign tümör tanısı konuldu; ikincisi (komşu sempatik sinir doku malign tümörü) sağ tarafın proptozisinden sorumluydu. Genel olarak çocuklarda ortaya çıkan ve orbita kemiklerine metastaz yaptığı bilinen suprarenal bez veya sempatik sinir sistemine ait bir tümörü adlandırınız.

10. Bir otopside üç yıllık bir tıp öğrencisinin eline bir serebrum slaytı verildi ve kendisine nöroglianın meydana getirdiği merkezi sinir dokusu oranı soruldu. Siz bu soruyu nasıl yanıtlardınız? Daha fazla miktardaki hücreler hangileridir; nöronlar mı yoksa nöroglial hücreler mi?
11. 23 yaşında bir erkek, Vietnam'da orduda iken, başının sol tarafına giren bir kurşun yarası aldı. Operasyonda nöroşirürjiyen mermiyi beyninin sol frontal lobundan çıkarabildi. Sağ bacağındaki hafif güçsüzlük dışında hasta, olaysız bir iyileşmeyi tamamladı. 18 ay sonra hasta, ayni anda bilincini de yitirdiği şiddetli jeneralize konvulsif ataklar geçirmeye başladı. O zamandan beri ataklar, hemen hemen aylık aralıklarla düzensiz şekilde ortaya çıkmaktadır. Her atak, huzursuzluk hissi ve sağ bacakta ortaya çıkan seğirme ile başlamaktadır. Epilepsi tanımı muayeneyi yapan nörolojist tarafından konuldu. Bu hastanın epilepsi ataklarının Vietnam'da aldığı silah yarası ile ilgili olması olası mı? Travmatik epilepsi olağan bir durum mu? Hangi sağaltımı önerirsiniz?
12. Çok şiddetli baş ağrısı çekmekte olan 42 yaşındaki bir kadın, doktorunu ziyaret etti. 6 ay önceye kadar sadece ara sıra hafif bir baş ağrıları hissediyordu. O zamandan beri baş ağrıları giderek daha şiddetli hale geldi ve süreleri arttı. Şimdilerde bunlar 3-4 saat sürmektedir ve onu yatmak zorunda bırakan yoğunluktadır. Sadece, bir kez kustuğu böyle iki durum arasında kendini hasta hissetmektedir. Başağrıları doğal olarak yaygındır; öksürme ve zorlama ile daha kötüleşmektedir. Fizik muayene, retina venlerindeki konjesyon ile şişmiş her iki optik diski ve multipl retinal hemorajilerin varlığını ortaya koydu. Sağ gözün lateral rektus kasının zayıflığı da meydana çıktı. Kafatasının anteroposterior radyografileri, kalsifiye pineal bezin sol tarafa doğru yer değiştirdiğini gösterdi. Kafatasının anteroposterior ve lateral radyografileri, sağ serebral hemisferdeki lokalize bir alan içinde bir kalsifikasyonu ortaya çıkardı. Beyin CT incelemeleri ve MR görüntülemelerinden elde edilenler ile birlikte bu bulgular sağ yanda kesin bir serebral tümör tanısını verdi. Cerrahi inceleme sağ parietal lopta büyük infiltratif bir tümörün varlığını saptadı. Orta yaşta bir hastadaki böyle bir bölgede bulanan en yaygın tümör tipi hangisidir? Böyle bir hastayı nasıl tedavi ederdiniz?

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. Radial siniri motor, duyusal ve otonomik nöronlardan çıkan sinir lifleri meydana getirir. Sinir lifleri veya sinir hücresi uzantıları nörit olarak tanımlanır. Kısa nöritler dendrit, uzun nöritler akson olarak adlandırılır. Bunlardan dendrit olanı sinir impulsunu hücre gövdesine ileten, akson olanı impulsları hücre gövdesinden ileri yönlendiren nörittir. Ancak arka kök ganglionlarındaki unipolar duyusal nöronlarda, sinir informasyonunu hücre gövdesine doğru taşıyan nörit bir aksonun tüm yapısal karakteristiklerine sahiptir ve akson olarak kabul edilir. Buna göre, duyusal ve motor liflerden meydana gelen radial sinir aksonlardan oluşur.
2. (a) Genel kural olarak, vücudun her tarafındaki onarıma yönelik işlevler gençlerde yaşlılara göre daha hızlı gerçekleşir. (b) Bir periferik sinirin distal ucu sonlanacağı yere yaklaşırken az sayıda dalı kalır ve böylelikle rejenerasyon işlemi sırasında yanlış yapıyı innerve edecek daha az sayıda sinir fibrili kalması olasıdır. Bundan başka , daha distaldeki yaralanmalarda proksimaldeki sinir hücresi gövdesinin metabolizması hasarlanmadan daha az etkilenir. (c) Bu fizyolojik bir gerçektir. Sinir hücresi gövdesine çok yakın ağır bir sinir yaralanması tüm nöronun ölmesiyle sonuçlanabilir. (d) Duyu nöronlarının fizyolojisi geriye dönük işlevlerdeki değişikliğe motor nöronlardakine göre daha duyarlıdır.
3. Yara enfekte olmamışsa, sinir dikişi uygulamak için en uygun zaman yaralanmadan yaklaşık 3 hafta sonradır. Felçli kaslar gerilememiş ve pasif eklem hareketleriyle eklem yapışmalarının önüne geçilmişse, 14 ay kadar bir bekleme ile tatmin edici sonuçlar elde edilir. Diğer bir deyişle, 14 ay sonra bile nöron, uzantılarını yenileme yeteneğini her şeye karşın yitirmez. Ancak fonksiyonun düzelme derecesi büyük ölçüde geçen süre içinde bozulan yapılara uygulanan bakıma bağlı olacaktır.
4. 1949'da Barr ve Bertram, erkek hücrelerinde görülemeyen, kadınlarda çekirdek zarının iç yüzeyinde yer alan, küçük, boyanabilir bir kromatin cisimciğinin varlığını bildirdiler. Bu, kadında bulunan iki X kromozomundan biridir. Barr cisimciğinin bulunup bulunmaması, dokunun alındığı kişinin cinsiyetini kolaylıkla belirleme olanağını sağlar.
5. Bir nöronun sitoplazması içinde, çapları 25 nm dolayında ölçülen küçük tubulusların elektron mikroskop ile çözümlenebilmeleri mümkündür; ayni zamanda 3-5

nm kadar çapta ölçülen nörofilamentler de vardır. Hücredeki transportta rol oynayan bu yapıların olası görevleri sayfa 39'da tartışıldı.

6. Merkezi sinir sistemi aşağıdaki dokulardan meydana gelir : (a) nöronlar, (b) nöroglia, (c) kan damarları ve (d) meninges. Periferik sinir sistemi aşağıdaki dokulardan oluşur: (a) nöronlar, (b) Schwann hücreleri, (c) bağ doku ve (d) kan damarları.
7. (a)Plazma membranının yapısı sayfa 42'de tanımlandı. (b) Bir nöron uyarıldığında, plazma membranının Na+ iyonlarına karşı geçirgenliği artar ve bu geçiş, doku sıvısından nöron sitoplazmasına doğru olur. c) Lokal analjezikler membran stabilizatörü gibi etki ederek, uyarıma yanıt olarak ortaya çıkan Na^+ iyonlarına karşı geçirgenlik artışını önlerler. Bu stabilizasyonun nasıl meydana geldiği tam olarak anlaşılamamıştır. Bir teoriye göre, analjezik ajan Na^+ iyonlarına geçirgenliği azaltmak ve oluşacak depolarizasyonu önlemek için plazma membranının protein tabakası üzerindeki reseptörlere bağlanır. Küçük çaplı sinir lifleri büyük çaplı liflere göre daha kolay bloke edilir. Miyelinsiz fibriller miyelinli olanlara göre daha kolay bloke edilirler. Bu nedenle ağrı ve ısıyı taşıyan sinir lifleri en kolay ve büyük motor lifleri en zor bloke edilenlerdir. Küçük otonom sinir lifleri hızla bloke olurlar; bu durum vazodilatasyonun hızlı ortaya çıkışını açıklar.
8. Tetraetilamonyum tuzları ve hekzametonyum tuzları iki grup ilaçtır. Bu tuzlar yapı olarak asetilkoline oldukça benzerler ve postsinaptik membranda asetilkolinle yarışırlar. Bu özellikleriyle, salgılanan asetilkolin miktarının değişmemesine rağmen başarılı bir şekilde ganglion bloku sağlarlar.
9. Nöroblastoma primitif bir nöroblast tümörüdür; ya suprarenal medullada veya abdominal sempatik ganglionlarda ortaya çıkar. Oldukça maligndir ve çocukları tutar. Tümör erken metastaz yapar; metastaz bu olguda olduğu gibi tıbbi dikkat gerektirme nedeni olabilir. Orbita kemikleri nöroblastoma metastazlarının yaygın olduğu bir alandır.
10. Nöroglia merkezi sinir sisteminin total hacminin yarısı kadarını meydana getirir. Nöroglial hücreler nöronların 5-10 katı fazladır.
11. Merkezi sinir sisteminde yaralanmaya karşı doku yanıtı astrositlerin hiperplazisi ve hipertrofisi ile karakterizedir. Astrositlerin proliferasyonuna astrositozis veya gliozis denilir. Gliozisin derecesi, hasarlanmış beyinde, temiz bir cerrahi insizyondakine göre çok daha fazladır. Delici bir silah yaralanması olduğunda gliotik skar denilen nihai skar dokusu geniş olabilir ve fokal ya da yaygın epileptik ataklara yol açabilir. Epileptik hastaların çoğunluğu 2 yıl içinde bu duruma gelirler. Bu hastaların radyografi, beyin CT'si, MRI'leri ve elektroensefalografilerinin dikkatle muayenesinden sonra travma yeri, glial skarını çıkarmak amacıyla incelenmelidir. Böyle bir skarın yerini çok daha küçük bir cerrahi skar alır. Bu cerrahi girişim, bu hastaların bir çoğunu tedavi eder.
12. Şiddetli baş ağrısı, bulantı ve tıkanmış optik disk bulgusu (optik disk şişmesi, retina venlerinin konjesyonu ve retinal hemorajiler) her zaman bir beyin tümörünün tanısı değildir. Bununla beraber, radyolojik ve diğer laboratuvar testlerindeki olumlu sonuçlarla birlikte kafa tabanında sağ altıncı kranyal sinirin basısına bağlı olarak sağ gözün m. rectus lateralis'indeki güçsüzlük bulgusu, tanıyı kesinleştirir. Glioma (nöroglia tümörü) böyle bir hastada bulunan oldukça yaygın bir tümör tipidir. Ne yazıktır ki gliomalar beyin dokusuna infiltre olmaya eğilimlidirler ve cerrahi olarak, tam olarak çıkarılamazlar. Biyopsi tanı koymak için uygulanır, mümkün olduğu kadar tümörün çoğu çıkarılır ve postoperatif olarak derin X-ray ile tedavi edilir. Yaşam süresi, kemoterapi uygulanması ile de arttırılabilir.

ÇALIŞMA SORULARI

Açıklama: Bu bölümdeki numaralı maddelerin her birini yanıtları izlemektedir. Harfli yanıtlardan DOĞRU olanı seçiniz.

1. Aşağıdaki nöron sitolojisi ile ilgili tanımlardan doğru olanı hangisidir?
   (a) Bir unipolar nöron biri bazı periferik yapılara uzanan bir uzantı ve diğeri merkezi sinir sistemi içine giren bir başka uzantı olmak üzere, hücre gövdesinden kısa bir uzaklıkta iki dala ayrılan tek bir nörit verir.
   (b) İki nörite sahip olan bir bipolar nöron gövdesinden iki nörit birlikte çıkar.
   (c) Nissl maddesi, nöronun aksonunda bulunur.
   (d) Golgi kompleksinin hücre membranlarını sentezlemede rolü yoktur.
   (e) Melanin granülleri substantia nigra nöronlarında bulunmaz.
2. Aşağıdaki nöron sitolojisi ile ilgili bilgilerden hangisi doğrudur?
   (a) Mikrotubulusların yüzeyinde çıkıntılı duran protein molekülleri aksoplazmadaki hızlı transportta rol almazlar
   (b) Nöronun plazma membranının bütün kalınlığınca uzanan protein molekülleri sodyum ve potasyum kanalları olarak görev yaparlar.
   (c) Sodyum ve potasyum kanallarının kapılarının aktin molekülleri tarafından oluşturulduğu fikrine dair güçlü deneysel kanıt vardır.

(d) Nöron nukleolusunun büyük oluşu, bazı nöronların sahip olduğu büyük sitoplazma hacmi ile ilgili değildir.
(e) Sinaps iki nöronun biribirleriyle, membranlarıyla ilişkiye girdikleri yerdir; buralarda nöronlar arası fonksiyonel bağlar kurulur.

3. Aşağıdaki akson ile ilgili bilgilerden hangisi doğrudur?
(a) Aksonun inisiyal segmenti onun akson tepesinden ayrıldıktan sonraki ilk 500 μm lik bölümüdür.
(b) Bir nörondan doğan sinir uyarımı aksonun inisiyal segmentinden değil, dendritten başlar.
(c) Aksiyon potansiyeli, Na^+ iyonlarının sitoplazma içine ani girişiyle meydana gelir.
(d) Aksiyon potansiyeli oluşumunda Na^+ iyonlarının girişini takiben geçirgenlik Na^+ iyonları için artarken, K^+ iyonları için durur.
(e) Aksonun mikrotübülleri boyunca aksiyon potansiyelinin yayılması sinir impulsunu oluşturur.

4. Aşağıdaki tanımlamalar bir sinir impulsu ile ilgilidir; doğru olanı seçiniz.
(a) Refrakter periyot, repolarizasyon dalgasının geçişini takiben plazma membranının uyarılamadığı süredir.
(b) Nöronun yüzeyine eşik altı uyarımlar uygulandığında sumasyon gelişemez.
(c) İnhibitör uyarımların, nöronun plazma membranından K+ iyonlarının geçişine yol açarak etki gösterdikleri kabul edilir.
(d) Hiperpolarizasyon, plazma membranından K iyonlarının geçişi sağlanarak oluşturulabilir.
(e) Aksoplazma, sinir iletim yeridir.

5. Aşağıdaki sinapsın yapısı ile ilgili tanımlardan hangisi doğrudur?
(a) Sinapslar, aksodendritik, aksosomatik veya aksoaksonik olabilir.
(b) Sinaps yarığı, presinaptik ve postsinaptik membranlar arasında ve yaklaşık 200 nm ölçülen aralıktır.
(c) Subsinaptik ağ presinaptik membranın altında uzanır.
(d) Presinaptik veziküller, nörotransmitter madde içermezler.
(e) Nöronların çoğunluğu tüm sinir sonlanmalarında çok farklı tipte temel transmitter madde üretir ve salgılar.

6. Aşağıdaki nöronla ilgili bilgilerden hangisi doğrudur?
(a) Sinir fibrilleri, nöronun dendritleri ve aksonudur.
(b) Hücre gövdesi içindeki sitoplazma hacmi daima nörittekini aşar.
(c) Golgi tip I nöronların çok kısa aksonları vardır.
(d) Golgi tip II nöronların çok uzun aksonları vardır.
(e) Golgi tip II nöronlar serebellar kortekste Purkinje hücrelerini oluşturur.

7. Aşağıdaki tanımlamalar nöron organelleri ve inklüzyonları ile ilgilidir; doğru olanı seçiniz.
(a) Sentrioller olgunlaşmış sinir hücrelerinde bulunmazlar.
(b) Lipofuksin granülleri yaşla birlikte kaybolma eğilimi gösterir.
(c) Nissl maddesi akson tepesini doldurur, ancak sitoplazmanın diğer alanlarında yoktur.
(d) Mikroflamentler aktin içerirler ve olasılıkla hücredeki transporta yardımcı olmazlar.
(e) Mitokondria dendrit ve aksonlarda bulunur.

8. Aşağıdaki dendrit ile ilgili tanımlardan hangisi doğrudur?
(a) Dendrit sinir impulslarını hücre gövdesinden uzaklaştırır.
(b) Dendrit çıkıntıları, dendritin reseptör yüzey alanını arttıran plazma membranının küçük uzantılarıdır.
(c) Dendritlerin sitoplazması ribozomlar ve agranüler endoplazma retikulumu içermezler.
(d) Dendritlerin çoğu sinir hücresi gövdesinden uzaklaştıkça genişler.
(e) Dendritler nadiren dallanırlar.

9. Aşağıdaki nöromodülatörlerle ilgili tanımlardan hangisi doğrudur?
(a) Nöromodülatörler, tek bir sinapsta, temel (klasik) transmitter ile bir arada bulunabilirler.
(b) Sıklıkla temel transmitterin etkisini azaltır ve kısaltırlar.
(c) Asla ikinci bir haberci yoluyla işlev görmezler.
(d) Postsinaptik membran üzerinde kısa bir etkiye sahiptirler.
(e) Asetilkolin (muskarinik) nöromodülatörlere iyi bir örnek değildir.

10. Aşağıdaki tanımlamalar nöron yapılarının nörobiyolojisi ile ilgilidir; doğru olanı seçiniz.
(a) Lizozom ribozomları içeren membranla çevrili bir veziküldür.
(b) Terminal buton, aksonun postsinaptik bölümüdür.
(c) Reseptör, postsinaptik membrandaki bir protein molekülüdür.
(d) Nissl maddesi, düz yüzeyli endoplazma retikulumunda şekillenir.
(e) Mikrotubuluslar özel organellerin, molekül hareketleriyle yer değiştirmesini sağlayacak hareketli bir yol oluştururlar.

11. Aşağıdaki nöroglia ile ilgili tanımlardan hangisi doğrudur?
(a) Fibröz astrositler, merkezi sinir sisteminde başlıca gri maddede yer alırlar.
(b) Merkezi sinir sistemindeki nöron ölümlerini gliozis replasmanı izler; bu, astrositlerin proliferasyonunun sonucudur.
(c) Astrositler, sinir terminallerinden salgılanan gamma-aminobutirik asit (GABA) absorbsiyonu ile ilgili değildir. GABA sinir uçlarından salgılanır.
(d) Oligodendrositler periferik sinir sistemindeki sinir fibrillerinin miyelin oluşumundan sorumludur.
(e) Tek bir oligodendrosit uzantıları vasıtasıyla aynı aksonda yalnızca bir myelin internodal segmenti oluşturabilir.

12. Aşağıdaki mikroglial hücrelerle ilgili tanımlardan hangisi doğrudur?
(a) Mikroglial hücreler, bağ dokunun mast hücrelerine benzer.
(b) Mikroglial hücreler, astrositler veya oligodendrositlerden daha büyüktürler.
(c) Mikroglial hücreler erişkin yaşamda merkezi sinir sistemi içine göç ederler.
(d) Hasarlı nöronlar bulunduğunda mikroglia hücreler dallanırlar.
(e) Merkezi sinir sistemindeki dejeneratif lezyonlarda, dolaşımdaki kan, mikroglial hücre populasyonuna katılır.

13. Aşağıdaki ependimal hücrelerle ilgili tanımlardan hangisi doğrudur?
    (a) Koroidal ependimal hücreler serebrospinal sıvıyı salgılamazlar.
    (b) Ependimositler ventriküler sistemin iç yüzeyini döşer, ancak serebrospinal sıvının sinir sisteminin ekstrasellular aralığına geçmesine izin vermez.
    (c) Tanisitlerin, kısa ve dallı olmayan bazal uzantılarına ait son ayakların çoğu eminentia medialisin kapillerlerinde sonlanır.
    (d) Ependimal hücreler tek tabaka oluştururlar ve bazılarının mikrovillusları ve silyaları vardır.
    (e) Ependimal hücreler, serebrospinal sıvıdan madde absorbe edemez.
14. Aşağıdaki tanımlamalar ekstrasellular aralıkla ilgilidir; doğru olanı seçiniz.
    (a) Aralığı, nöroglial hücreler arasındaki aralıklar değil, nöronlar arasındaki aralıklar oluşturur.
    (b) Aralığı, beyin ve omurilikte bulunan lenf kapillerleri çevreler.
    (c) Aralık subaraknoid aralık ile bağlantılı değildir.
    (d) Aralık, doku sıvısı ile doludur.
    (e) Aralık iki nöron arasındaki sinaps yarığı ile devam etmez.
15. Aşağıdaki nöroglia'ların tümörleri ile ilgili bilgilerden hangisi doğrudur?
    (a) Tüm intrakranyal tümörlerin %5 kadarını oluştururlar.
    (b) Ependimomalar dışında, nöroglia tümörleri oldukça yavaş büyürler ve çok invaziv değildirler.
    (c) Bunlar çoğu kez nöronlar arasına infiltre olur ve minimum fonksiyon bozukluklarına yol açarlar.
    (d) Bunlar malign değildir ve cerrahi olarak kolayca çıkarılır.
    (e) Genişlediklerinde, intrakranyal basıncı arttırırlar.
16. Aşağıdaki tanımlamalar nöroglial hücrelerle ilgilidir.
    (a) Sinir hücre gövdelerinden daha büyük olmaya eğilimlidirler.
    (b) Sıcak, aksondaki aksiyon potansiyelini arttırır ve multipl sklerozisdeki semptomları azaltır.
    (c) Oligodendrositler, sinir hücre gövdeleri ve bunların nöritlerinden uzakta bulunurlar.
    (d) Multipl skleroziz, oligodendrositlerle ilgili bir hastalıktır.
    (e) Schwann hücreleri gibi oligodendrositler de bir bazal membranla çevrelenmişlerdir.
17. Aşağıdaki genel tanımlamalar nöroglial hücrelerle ilgilidir; doğru olanı seçiniz.
    (a) Mikroglial hücrelerin dikene benzeyen çıkıntılara sahip düz uzantıları vardır.
    (b) Astrositler, gelişmekte olan nöronlar için bir çatı oluştururlar.
    (c) Oligodendrosit uzantıları miyelin kılıfları ile devam etmez.
    (d) Ependimal hücrelerin serbest kenarlarında silyaları yoktur.
    (e) Makroglia, daha büyük olan oligodendrositleri daha küçük astrositlerden ayırmak için kullanılan bir terimdir.

ÇALIŞMA SORULARININ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. A doğrudur. Bir unipolar nöron tek bir nörit verir, bu nörit sinir gövdesinden kısa bir mesafe sonra ikiye ayrılır. Bir uzantı periferdeki yapılara diğeri merkezi sinir sistemine uzanır (Bkz.s. 34).B. Bir bipolar nöronun her iki ucundan birer nörit çıkar. Vestibülokohlear (sekizinci kranyal sinir) sinirin duyusal ganglionu bipolar nöronları içerir.C. Nissl cisimcikleri aksonda bulunmaz, sinir hücresi gövdesinde bulunur. D.Golgi kompleksi hücre membran sentezinde önemli rol oynar. E. Melanin granülleri substantia nigra'daki dopamin nörotransmitterinden sorumlu olan nöronlarda bulunur.
2. B doğrudur. Nöronun plazma membranının bütün kalınlığınca uzanan protein molekülleri sodyum ve potasyum kanalları olarak görev yaparlar (Bkz.s. 45). A.Mikrotubulusların yüzeyinde çıkıntılı duran protein molekülleri aksoplazmadaki hızlı transportta rol alırlar. C.Sodyum ve potasyum kanallarının kapıları protein molekülleri tarafından oluşturulurlar, aktin molekülleri tarafından oluşturulmazlar.D.Nöron nukleolusunun büyük oluşu, bazı nöronların sahip olduğu büyük sitoplazma hacmi ile ilgilidir. E.Sinaps iki nöronun birbirine yakın bölümlerinin çok sıkı ilişkiye girdikleri yerlerdir; buralarda nöronlar arası fonksiyonel bağlar kurulur.
3. C doğrudur. Aksiyon potansiyeli, Na^+ iyonlarının sitoplazma içine ani girişiyle meydana gelir (Bkz.s. 44). A.Aksonun inisiyal segmenti onun akson tepesinden ayrıldıktan sonraki ilk 50-100 μm lik bölümüdür. B. Bir nörondan doğan sinir uyarımı aksonun inisiyal segmentinden başlar, dendritten başlamaz.D.Aksiyon potansiyeli oluşumunda Na^+ iyonlarının girişini takiben geçirgenlik Na^+ iyonları için azalır , K^+ iyonları için artar, böylece hücre sitoplazmasından K^+ iyonları akışı başlar. E. Aksonun plazma membranı boyunca aksiyon potansiyelinin yayılması sinir impulsunu oluşturur.
4. E doğrudur. Aksoplazma, sinir iletim yeridir. A. Refrakter periyot, depolarizasyon dalgasının geçişini takiben plazma membranının uyarılamadığı süredir. (Bkz. s. 45) B.Nöronun yüzeyine eşik altı uyarımlar uygulandığında sumasyon gelişir. C. Inhibitör uyarımların, nöronun plazma membranından Cl^- iyonlarının geçişine yol açarak etki gösterdikleri kabul edilir. D.Hiperpolarizasyon, plazma membranından Cl^- iyonlarının geçişi sağlanarak oluşturulabilir.
5. A doğrudur. Sinapslar, aksodendritik, aksosomatik veya aksoaksonik olabilir (Bkz. Şek. 2-22). B.Sinaps yarığı, presinaptik ve postsinaptik membranlar arasındaki alandır. ve yaklaşık 20 nm dir. C. Subsinaptik ağ postsinaptik membranın altında uzanır. D. Presinaptik veziküller, nörotransmitter madde içerirler (Bkz. s. 50).

E.Nöronların çoğunluğu tüm sinir sonlanmalarında bir temel transmitter madde üretir ve salgılar.

6. A doğrudur. Sinir fibrilleri, nöronun dendritleri ve aksonudur (Bkz. s. 34).B. Hücre gövdesi içindeki sitoplazma hacmi sıklıkla nöritlerdeki total plazma volümünden daha azdır. C.Golgi tip I nöronların çok uzun aksonları vardır. D.Golgi tip II nöronların çok kısa aksonları vardır.E.Golgi tip I nöronlar serebellar kortekste Purkinje hücrelerini oluşturur.
7. E doğrudur. Mitokondria dendrit ve aksonlarda bulunur.A. Sentrioller olgunlaşmış sinir hücrelerinde özellikle de bölünmekte olan olgunlaşmamış sinir hücrelerinde bulunurlar. B.Lipofuksin granülleri yaşla birlikte birikme eğilimi gösterir.C.Nissl maddesi akson tepesinde yoktur. D.Mikroflamentler aktin içerirler ve olasılıkla hücredeki transporta yardımcı olurlar.
8. B doğrudur. Dendrit çıkıntıları dendritin reseptör yüzey alanını arttıran plazma membranının küçük uzantılarıdır. A.Dendrit sinir impulslarını hücre gövdesine doğru nakleder. (Bkz. s. 34). C.Dendritlerin sitoplazması ribozomlar ve agranüler endoplazma retikulumu, Nissl cisimcikleri, mikrotübüller ve mikrofilamentler içerir. D.Dendritlerin çoğunun genişliği sinir hücresi gövdesinden uzaklaştıkça azalır. E.Dendritler sıklıkla çok dallanırlar.
9. A doğrudur. Nöromodülatörler, tek bir sinapsta, temel (klasik) transmitter ile bir arada bulunabilirler. B.Sıklıkla temel transmitterin etkisini çoğaltırlar ve uzatırlar. C. Nöromodülatörler ikinci bir haberci yoluyla işlev görürler (Bkz. s. 53).D.Postsinaptik membran üzerinde uzun bir etkiye sahiptirler. E.Asetilkolin (muskarinik) nöromodülatörlere iyi bir örnektir.
10. C doğrudur. Reseptör, postsinaptik membrandaki bir protein molekülüdür. A.Lizozom ribozomları içermeyen membranla çevrili bir veziküldür. B.Terminal buton, aksonun presinaptik bölümüdür. D.Nissl maddesi, pürtüklü yüzeyli endoplazma retikulumunda şekillenir. E.Mikrotubuluslar özel organellerin, molekül hareketleriyle yer değiştirmesini sağlayacak sabit bir yol oluştururlar.
11. B doğrudur. Merkezi sinir sistemindeki nöron ölümlerini gliozis replasmanı izler; bu, astrositlerin proliferasyonunun sonucudur. (Bkz. s. 54). A.Fibröz astrositler, merkezi sinir sisteminde başlıca ak maddede yer alırlar. C.Astrositler, sinir terminallerinden salgılanan gamma-aminobutirik asiti (GABA) absorbe ederler. D.Oligodendrositler merkezi sinir sistemindeki sinir fibrillerinin miyelin oluşumundan sorumludur.E. Periferik sinir sistemindeki Schwann hücrelerinden farklı olarak oligodendrositler çok sayıda uzantıları bulunması nedeniyle, herbiri aynı veya farklı aksonlar üzerinde bir çok internodal segment oluşturabilirler.
12. E doğrudur. Merkezi sinir sistemindeki dejeneratif lezyonlarda, dolaşımdaki kan mikroglial hücre populasyonuna katılır. A.Mikroglial hücreler, bağ dokunun makrofajlarına benzer. B.Mikroglial hücreler, astrositler veya oligodendrositlerden daha küçüktürler (Bkz. Şek. 2-25). C.Mikroglial hücreler fetal yaşamda merkezi sinir sistemi içine göç ederler. D.Hasarlı nöronlar bulunduğunda mikroglia hücreleri yuvarlaklaşırlar,dallarını kaybederler ve sayıları artar.
13. D doğrudur. Ependimal hücreler tek tabaka oluştururlar ve bazılarının mikrovillusları ve silyaları vardır (Bkz. s. 58). A. Koroidal ependimal hücreler serebrospinal sıvıyı salgılarlar. B. Ependimositler ventriküler sistemin iç yüzeyini döşer, ancak serebrospinal sıvının sinir sisteminin ekstrasellular aralığına geçmesine izin verir. C.Tanisitlerin, uzun ve dallı bazal uzantılarına ait son ayakların çoğu eminentia medialisin kapillerlerinde sonlanır. E. Ependimal hücreler, serebrospinal sıvıdan madde absorbe ederler.
14. D doğrudur. Ekstrasellüler aralık, doku sıvısı ile doludur. A. Ekstrasellüler aralık, nöronlar ve nöroglial hücreler arasındaki aralıklar tarafından oluşturur (Bkz. s. 59). B. Merkezi sinir sisteminde lenf damarları yoktur. C. Ekstrasellüler aralık subaraknoid aralık ile devam eder. E. Ekstrasellüler aralık iki nöron arasındaki sinaps yarığı ile devam eder.
15. E doğrudur. Genişlediklerinde, intrakranyal basıncı arttırırlar. A.Tüm intrakranyal tümörlerin %40-50 kadarını oluştururlar. B.Ependimomalar dışında, nöroglia tümörleri oldukça invazivdirler. C.Nöroglial tümörler çoğu kez nöronlar arasına infiltre olur ve başlangıçta minimum fonksiyon bozukluklarına yol açarlar, daha sonra nöronal aktiviteyi tamamen kesintiye uğratırlar. D. Ependimomaların dışındaki nöroglial tümörler malignderler ve cerrahi olarak kolayca çıkarılamazlar.
16. D doğrudur. Multipl sklerozis, oligodendrositlerle ilgili bir hastalıktır(Bkz. s. 63). A.Sinir hücre gövdelerinden daha küçük olmaya eğilimlidirler. B.Sıcak, aksondaki aksiyon potansiyelini azaltır ve multipl sklerozisdeki semptomları açığa çıkarır. C.Oligodendrositler, sinir hücre gövdeleri ve bunların nöritlerine yakın bulunurlar. E. Schwann hücrelerinin aksine oligodendrositler bir bazal membranla çevrelenmemişlerdir.
17. B doğrudur. Astrositler, gelişmekte olan nöronlar için bir çatı oluştururlar. A.Mikroglial hücrelerin dikene benzeyen çıkıntılara sahip dalgalı uzantıları vardır. C.Oligodendrosit uzantıları miyelin kılıfları ile devam eder. D.Ependimal hücrelerin serbest kenarlarında silyaları vardır. E.Makroglia, daha büyük olan astrosit ve oligodendrositleri daha küçük mikroglial hücrelerden ayırmak için kullanılan genel bir terimdir.

Ek Okumalar

Adams, J. H., and Duchen, L. W. (eds.). *Greenfield's Neuropathology* (5th ed.). New York: Oxford University Press, 1992.

Alberts, B., Bray, D., Lewis, J., et al. *Molecular Biology of the Cell* (3rd ed.). New York: Garland, 1994.

Andersen, O. S., and Koeppe, R. E. Molecular determinants of channel function. *Physiol. Rev.* 72:S89–S158, 1992.

Armstrong, C. M. Voltage-dependent ion channels and their gating. *Physiol. Rev.* 72:S5–S13, 1992.

Armstrong, C. M., and Hille, B. Voltage-gated ion channels and electrical excitability. *Neuron* 20:371–378, 1998.

Barr, M. L. The significance of the sex chromatin. *Int. Rev. Cytol.* 19:35, 1966.

Bernstein, J. J., and Bernstein, E. M. Axonal regeneration and formation of synapses proximal to the site of lesion following hemisection of the rat spinal cord. *Exp. Neurol.* 30:336, 1971.

Berry, M. Regeneration of axons in the central nervous system. In V. Navaratnam and R. J. Harrison (eds.), *Progress in Anatomy* (vol. 3, p. 213). New York: Cambridge University Press, 1983.

Berry, M. Neurogenesis and gliogenesis in the human brain. *Food Chem. Toxicol.* 24:79, 1986.

Boron, W. F., and Boulpaep, E. L. *Medical Physiology*. Philadelphia: Saunders, 2003.

Butt, A. M., and Berry, M. Oligodendrocytes and the control of myelination in vivo: New insights from the rat anterior medullary velum. *J. Neurosci. Res.* 59:477–488, 2000.

Catterall, W. A. Structure and function of voltage-gated ion channels. *Trends Neurosci.* 16:500–506, 1993.

Cooper, J. R., Bloom, F. E., and Roth, R. H. *The Biochemical Basis of Neuropharmacology* (7th ed.). New York: Oxford University Press, 1996.

Haines, D. E. *Fundamental Neuroscience* (2nd ed.). Philadelphia: Churchill Livingstone, 2002.

Hayes, G. M., Woodroofe, M. N., and Cuzner, M. L. Characterization of microglia isolated from adult human brain. *J. Neuroimmunol.* 19:177, 1988.

Henn, F. A., and Henn, S. W. The psychopharmacology of astroglial cells. *Prog. Neurobiol.* 15:1, 1983.

Hille, B. *Ionic Channels of Excitable Membranes* (2nd ed.). Sunderland, MA: Sinauer, 1992.

Hille, B. Modulation of ion-channel function by G-protein-coupled receptors. *Trends Neurosci.* 17:531–536, 1994.

Imamoto, V. Origin of microglia: Cell transformation from blood monocytes into macrophagic ameboid cells and microglia. In *Glial and Neuronal Cell Biology* (p. 125). New York: Liss, 1981.

Jessell, T. M., and Kandel, E. R. Synaptic transmission: A bidirectional and self-modifiable form of cell-cell communication. *Cell* 72:1–30, 1993.

Kandel, E. R., and Schwarz, J. H. *Principles of Neural Science*ok (4th ed). New York: McGraw-Hill, 2000.

Kelly, R. B. Storage and release of neurotransmitters. *Cell* 72:43–53, 1993.

Koester, J. Passive membrane properties of the neuron. In E. R. Kandel, J. H. Schwartz, and T. M. Jessell (eds.), *Principles of Neural Science* (3rd ed., p. 95). New York: Elsevier, 1991.

Koester, J. Voltage-gated ion channels and the generation of the action potential. In E. R. Kandel, J. H. Schwartz, and T. M. Jessell (eds.), *Principles of Neural Science* (3rd ed., p. 104). New York: Elsevier, 1991.

Kukuljan, M., Labarca, P., and Latorre, R. Molecular determination of ion conduction and inactivation in K^+ channels. *Am. J. Physiol.* 268:C535–C556, 1993.

Lemke, G. The molecular genetics of myelination: An update. *Glia* 7:263–271, 1993.

Matthews, G. Synaptic exocytosis and endocytosis: Capacitance measurements. *Curr. Opin. Neurobiol.* 6:358–364, 1996.

McCormick, D. A. Membrane properties and neurotransmitter actions. In G. M. Shepherd (ed.), *The Synaptic Organization of the Brain* (3rd ed., p. 32). New York: Oxford University Press, 1990.

Nicholls, J. G., Martin, A. R., and Wallace, B. G. *From Neuron to Brain: A Cellular and Molecular Approach to the Function of the Nervous System* (3rd ed.). Sunderland, MA: Sinauer, 1992.

Perry, V. H. Microglia in the developing and mature central nervous system. In: K. R. Jessen, and W. D. Richardson (eds.), *Glial Cell Development: Basic Principles and Clinical Relevance* (pp. 123–140). Oxford: Biosok, 1996.

Peters, A., Palay, S. L., and Webster, H. de F. *The Fine Structure of the Nervous System: Neurons and Their Supporting Cells* (3rd ed.). New York: Oxford University Press, 1991.

Scherer, S. S., and Arroyo, E. J. Recent progress on the molecular organization of myelinated axons. *J. Peripher. Nerv. Syst.* 7:1–12, 2002.

Siegel, G. J., Agranoff, B. W., Albers, R. W., et al. (eds.). *Basic Neurochemistry: Molecular, Cellular, and Medical Aspects* (6th ed.). Philadelphia: Lippincott-Raven, 1999.

Standring, S. (ed.) *Gray's Anatomy*ok (39th Br. ed.). London: Elsevier Churchill Livingstone, 2005.

Sudarsky, L. *Pathophysiology of the Nervous System.* Boston: Little, Brown, 1990.

Von Gersdorff, H., and Matthews, G. Dynamics of synaptic fusion and membrane retrieval in synaptic terminals. *Nature* 367:735–739, 1994.

Waxman, S. G. Demyelinating diseases—New pathological insights, new therapeutic targets. *N. Engl. J. Med.* 338:323–325, 1998.

BÖLÜM 3

Çeviri: Dr. Şimşek CANKUR
Dr. Doğan AKŞİT
Dr. Hamdi ÇELİK
Dr. Mustafa SARGON
Dr. İlkan TATAR

SİNİR LİFLERİ, PERİFERİK SİNİRLER, RESEPTÖR VE EFFEKTÖR SONLANMALARI, DERMATOMLAR VE KAS AKTİVİTESİ

Hafif bir üst solunum yolu enfeksiyonun iyileşme safhasında olan 45 yaşındaki bir adam merdiven çıkma sırasında her iki bacağında aniden beliren bir güçsüzlük olduğunu fark etti. Bacaklarının alt tarafı ile ayaklarında uyuşma hissi de ortaya çıktı. İki gün sonra, traş olurken, yüzünün sağ taraf kaslarında bir güçsüzlük olduğu da dikkatini çekti.

Fizik muayenede hasta, hasta gibi gözükmüyordu. Yüksek ateşi yoktu. Bacak kaslarının muayenesi, her iki bacakta, özellikle dizlerin altında kas güçsüzlüğü varlığının kesin bulgularını gösterdi. Her iki ayakta Achille tendon refleksi kaybolmuştu ve sağ patella refleksi azalmıştı. Her iki ayakta ve bacağın çorapla temas eden bölümlerinde, dokunma ve ağrı uyaranlarına karşı duyu kaybı ve yüzün sağ tarafını tutan hafif bir fasiyal sinir felci vardı. Beyin ya da omuriliğin fonksiyon kaybını gösteren nörolojik bir bulgu yoktu.

Hasta, Guillain-Barre sendromu şüphesi ile izlenmek üzere hastaneye yatırıldı. Viral olduğuna ve immün sistemi tuttuğuna inanılmakla birlikte, bu hastalığın nedeni bilinmemektedir. Histolojik olarak, periferik sinirlerde lenfosit ve makrofajların kümelendiği dağınık, fokal demiyelinizasyon alanları görülür. Miyelinin kaybı ile birlikte, Schwann hücre cisimlerinin bütünlüğü korunurken aksonlar örtüsüz kalır. Hastaların çoğu, remiyelinizasyonun gelişmesi ile 2-4 hafta içinde iyileşir. Erken dönemde hastanede yatmak gerekir çünkü, hastalık kısa zamanda yayılarak, mm. intercostales ve diaphragma'nın paralizisi ile sonuçlanan nn. intercostales'in ve nn. phrenici'nin tutulumuna yol açabilir. Aynı nedenle, öksürme ve yutma refleksleri de dikkatle izlenmelidir. Periferik sinirlerin yapısı hakkında bilgisi olmayan bir hekim, bu hastalığın tanınmasının olanaksız olduğunu düşünecektir.

BÖLÜMÜN HEDEFLERİ

- Sinir liflerinin temel yapısı ve fonksiyonunun değerlendirilmesi
- Sinir dejenerasyonu ve rejenerasyonu aşamalarının anlaşılması
- Duyusal ve motor sinirlerin sonlandığı özel organların gözden geçirilmesi
- Farklı duyusal modalitelerin fizik muayenesi
- Deri duyusunun kaybı ve anormal kas aktivitesini belirtmede kullanılan terimlerin öğrenilmesi
- Motor ve duysal sinir sonlarında bulunan özel organların gözden geçirilmesi

Bu bölümde, sinir dejenerasyonu ve rejenerasyonu ayrıntılı olarak tanımlanmıştır; çünkü sinir lezyonları klinik uygulamada çok yaygındır ve travma, neoplasmlar, enfeksiyon, metabolik fonksiyon bozukluğu (diabet) gibi geniş değişkenlik gösteren hastalıklar ve kurşun gibi kimyasal toksinler tarafından oluşturulabilir. Sinir dejenerasyonu işlemi hızlı gelişir; hem merkezi, hem de periferik sinir sistemlerine ait sinir liflerinde oluşabilir. Sinirlerin rejenerasyonu yavaştır ve periferik sinir sistemi ile sınırlıdır. Merkezi sinir sisteminde rejenerasyonun neden iki hafta içinde kesintiye uğradığının araştırılması için günümüzde çok sayıda çalışma yapılmaktadır. Bu nedenle, oluşan histolojik değişikliklerin öğrenilmesi gereklidir.

Bu bölümdeki bilgiler, genellikle sınav soruları için temel oluşturmaktadır.

Sinir Lifleri

Sinir lifi, bir sinir hücresinin aksonuna (ya da bir dendrite) verilen isimdir. Aksonların ve dendritlerin yapısal özellikleri 47. sayfada tanımlanmıştır. Merkezi sinir sistemi içindeki sinir liflerinin oluşturdukları demetler, genellikle **sinir traktusları** olarak tanımlanırken (Şekil 3-1); periferik sinir sistemindeki sinir liflerinin oluşturduğu demetlere **periferik sinir** adı verilir (Şekil 3-2).

Sinir sisteminin merkezi ve periferik bölümlerinde miyelinli ve miyelinsiz lifler olmak üzere iki tip sinir lifi vardır.

Miyelinli Sinir Lifleri

Miyelinli bir sinir lifi, bir miyelin kılıfı ile kuşatılmıştır. Miyelin kılıfı nöronun bir parçası değildir; bir destek hücresi tarafından oluşturulmuştur (Şekil 3-2 ve 3-3). Destek hücresi, merkezi sinir sisteminde **oligodendrosit**; periferik sinir sisteminde ise **Schwann hücresi** olarak isimlendirilir.

Miyelin kılıfı, **Ranvier düğümleri** tarafından düzenli mesafelerle kesintiye uğratılan segmentli, devamlılığı olmayan bir tabakadır (Şekil 3-4 ve 3-6). Miyelin kılıfının her bir segmenti yaklaşık 0.5 - 1.0 mm uzunluğundadır. Merkezi sinir sisteminde her bir oligodendrosit 60 kadar sinir lifi (akson) için miyelin kılıfı oluşturur ve devamlılığını sağlar. Periferik sinir sisteminde sinir lifinin her bir segmenti için yalnız bir Schwann hücresi vardır.

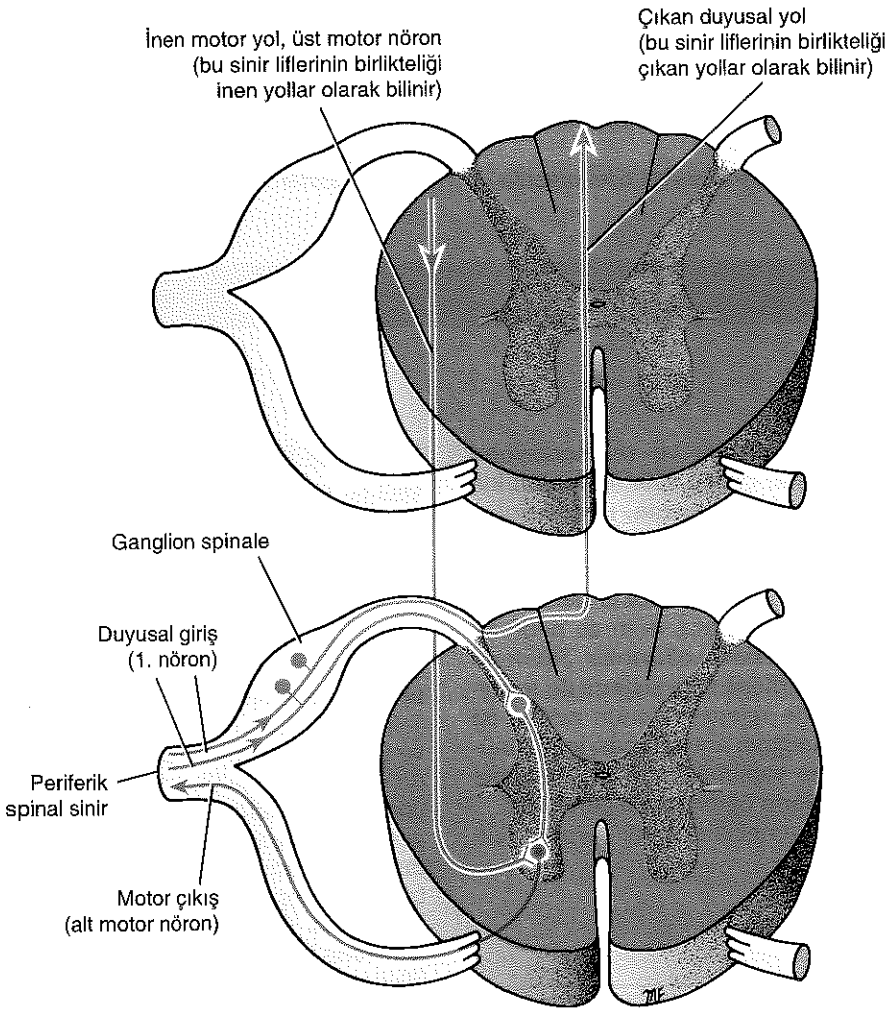
Miyelinin Şekillenmesi

Miyelin kılıfları doğumdan önce şekillenmeye başlar ve doğumdan sonraki bir yıl boyunca devam eder. Oluşum süreci, elektron mikroskobu ile araştırılmıştır.

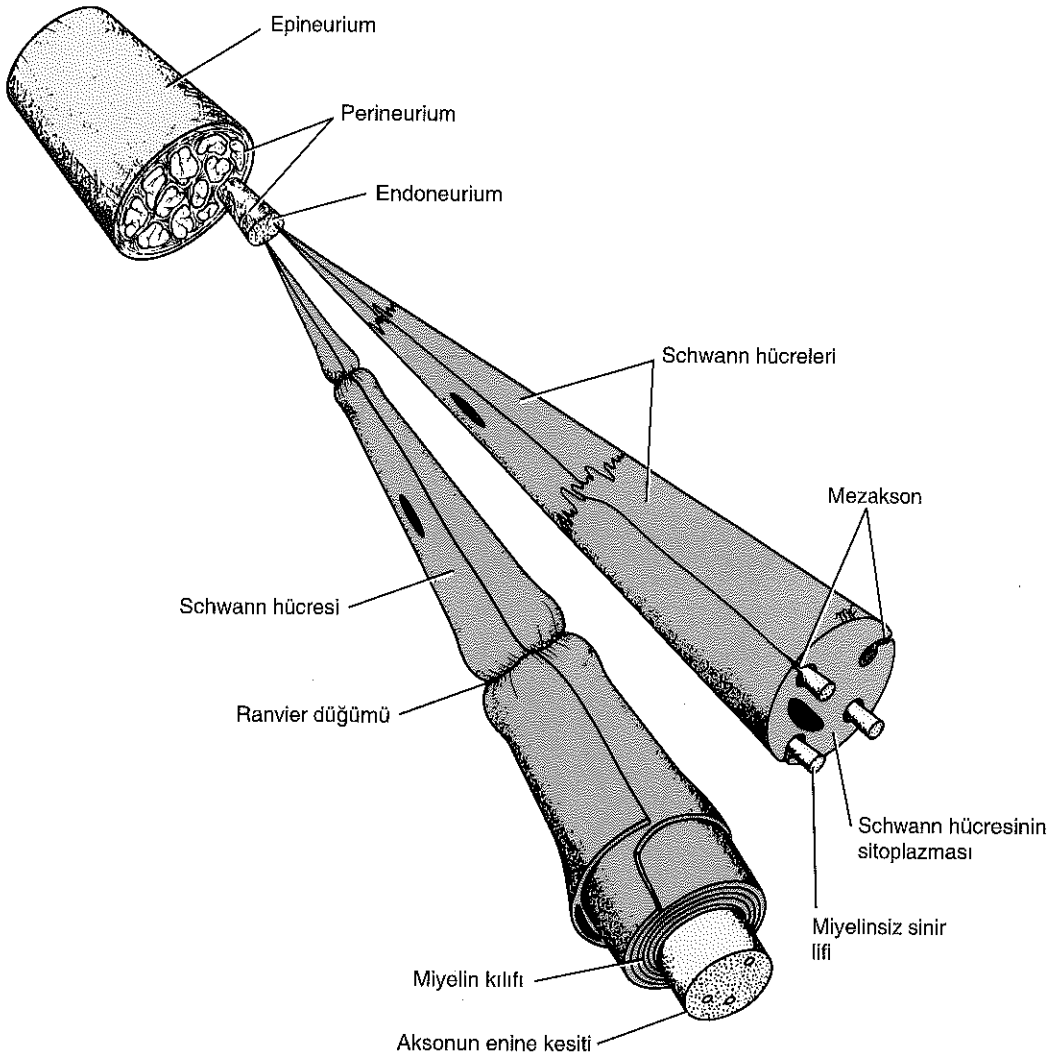
Periferik sinir sisteminde, sinir lifi ya da akson önce bir Schwann hücresinin kenarını oyar (Şekil 3-4). Daha sonra, akson Schwann hücresinin içine gömülür. Bu esnada Schwann hücresinin eksternal plazma membranı bir **mezakson** oluşturarak hücre içinde aksonu askıya alır. Takibinde, Schwann hücresinin akson etrafında döndüğü ve böylece plazma membranının aksonu bir spiral şeklinde sardığı düşünülür. Spiralin yönü bazı segmentlerde saat yönünde iken diğerlerinde ters yöndedir. Başlangıçta katlar gevşektir, ancak dış yüzey yakınları ve çekirdek bölümü dışında kalan alanlarda hücre zarı tabakaları arasında bulunan sitoplazma zamanla kaybolur. Sinir lifinin olgunlaşmasıyla katlantılar sıkı hale gelir. Miyelinin kalınlığı Schwann hücre zarındaki spiral sayısına bağlıdır. Bazı sinir lifleri zarın yalnızca bir kaç kez dönmesiyle kuşatılırken, diğerlerinin çevresinde elliye varan sayıda sarım olabilir. Olgun, miyelinli sinir lifi kesitlerinin elektron mikroskopik görüntülerinde, miyelin tabakalar halinde görülür (Şekil 3-5). Her bir tabaka 13-18 nm kalınlığındadır. Yaklaşık 2.5 nm kalınlığındaki koyu renkli **belirgin yoğunluktaki çizgi**, plazma zarının birbiriyle karışmış içteki iki protein katmanını içerir. Daha açık renkli ve 10 nm kadar kalınlığı olan **daha az belirgin yoğunluktaki çizgi,** komşu plazma zarlarının dış tabakalarının yaklaşmasıyla şekillenir ve lipid yapısındadır. Plazma zarının birbiriyle karışmış olan dıştaki protein katmanları çok incedir ve açık renkli lipid katmanının merkezinde yer alan ince bir ara hat oluşturur (Şekil 3-4 ve 3-5). İki komşu Schwann hücresi Ranvier düğümünde sonlanır ve tabakaların dönerek kapanması nedeniyle miyelin kılıfları daha ince hale gelir (Şekil 3-6). Bu bölgelerde aksonun plazma zarı, aksolemma korunmasızdır.

Schmidt-Lanterman yarıkları miyelinli sinir liflerinin longitudinal kesitlerinde görülür. Bunlar, Schwann hücre sitoplâzmasının bölgesel olarak devamlılığını sürdürmesi nedeniyle koyu renkli belirgin yoğun hattın oluşmadığı alanları belirlerler (Şekil 3-7). Sitoplazmanın bu devamlılığı miyelinin bütün tabakalarını kapsar ve böylece Schwann hücresinin en dış bölgesinden akson bölgesine kadar kesintisiz bir sitoplâsmik spiral yer almış olur. Bu sitoplâsmik spiral belki de metabolizma artıklarının Schwann hücresinin yüzeysel bölgesinden aksona kadar iletilmesi için bir geçiş yolu oluşturur.

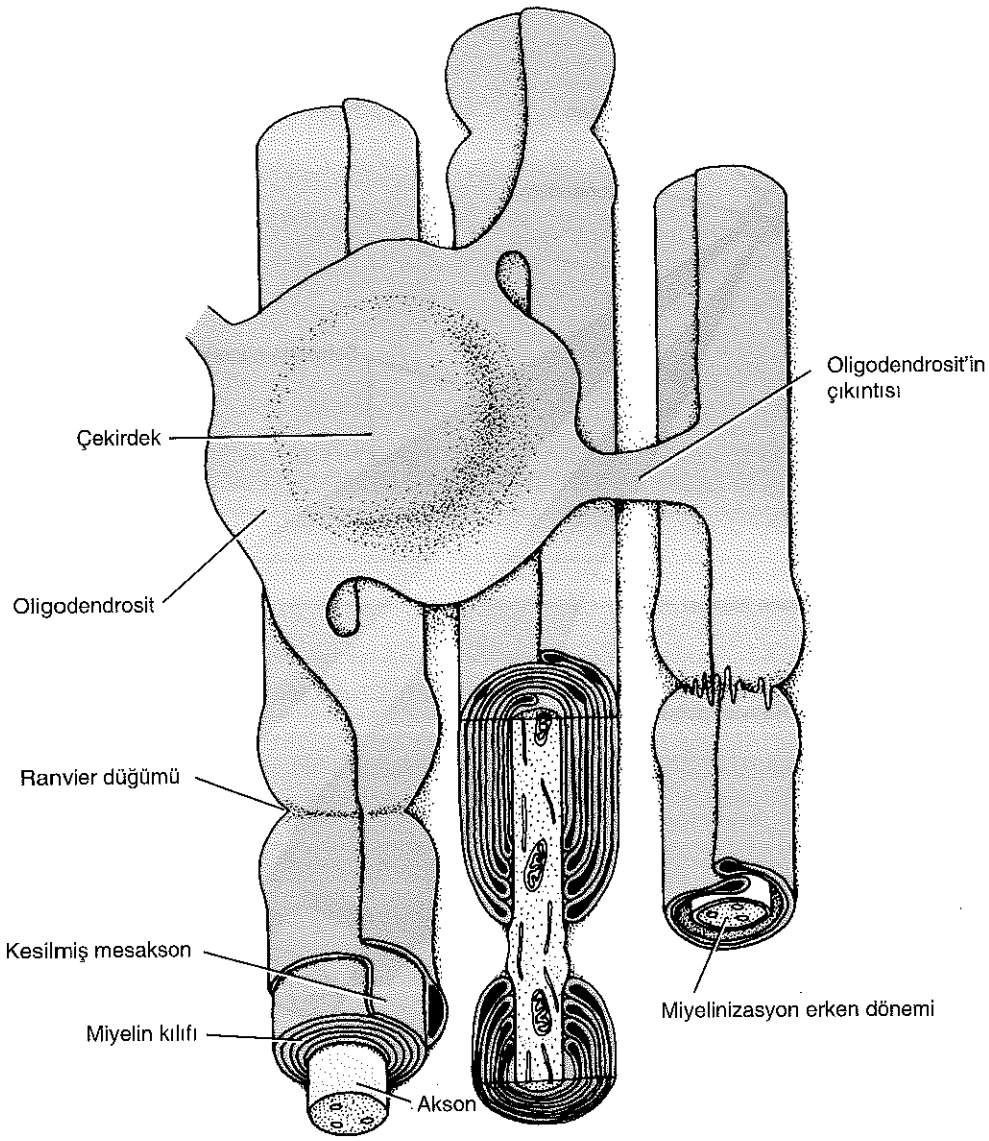
(metin devamı sayfa 78'dedir)



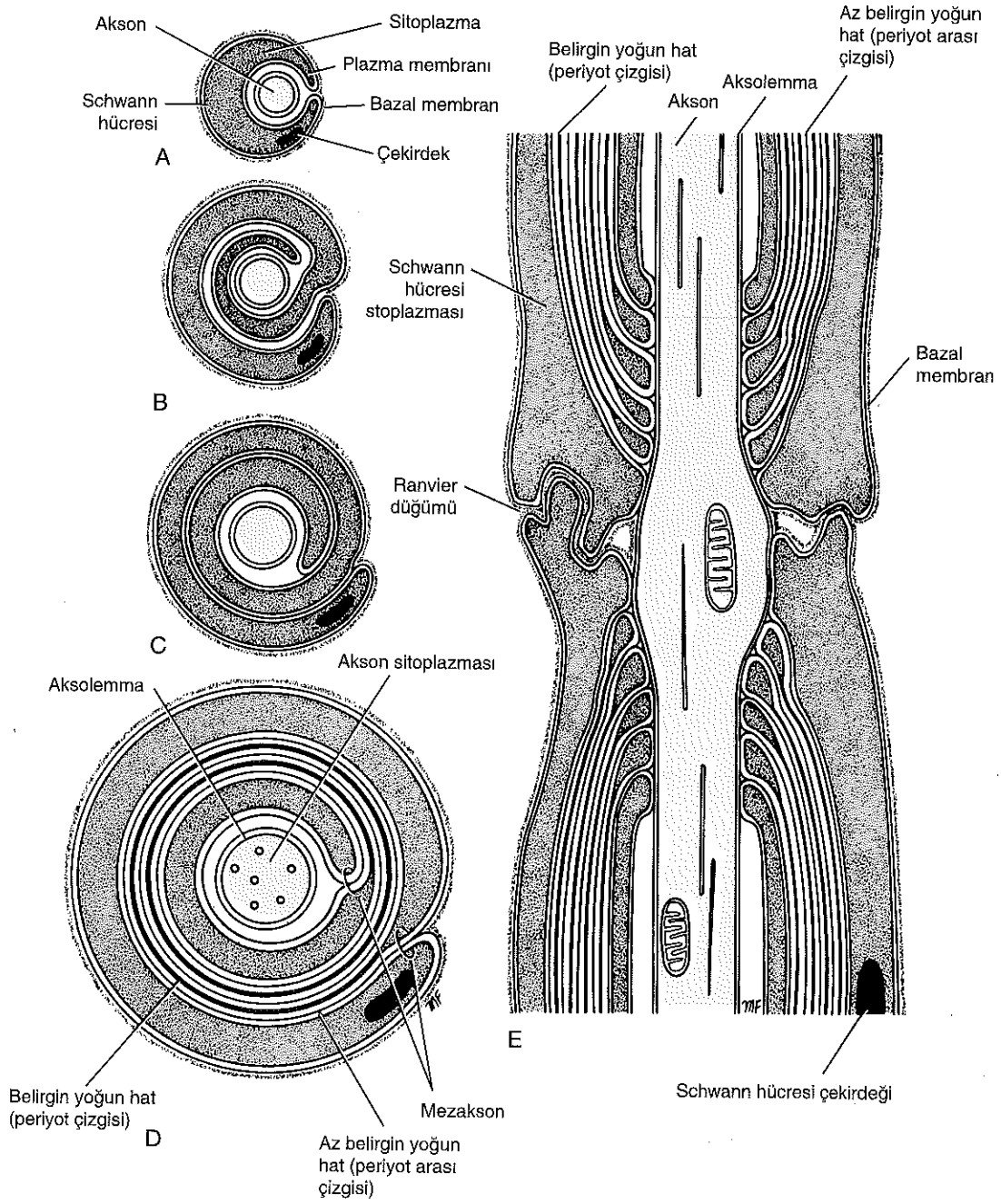
Şekil 3-1 Merkezi sinir sistemine giren veya çıkan sinir liflerinin gösterildiği medulla spinalis'in torakal bölümünden yapılan kesitler; inen ve çıkan yollar da (traktuslar veya seyir yönleri) görülüyor.



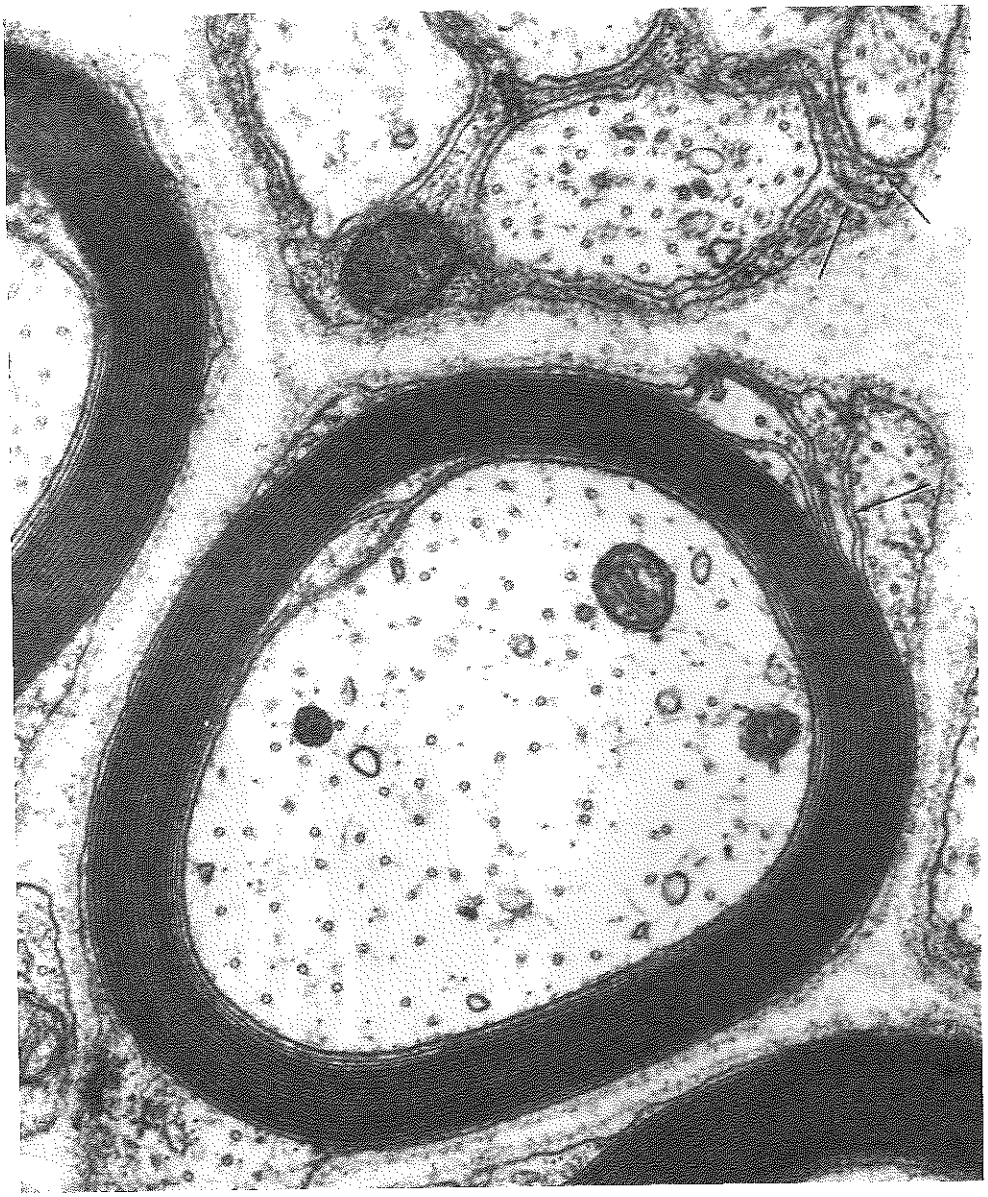
Şekil 3-2 Miyelinli ve miyelinsiz sinir liflerinin yapısı ve bağ doku kılıflarının görüldüğü bir periferik sinirin büyütülmüş şekli.



Şekil 3-3 Merkezi sinir sisteminde bir oligodendrosit ve miyelinli sinir lifleri arasındaki ilişki. Bir bazal membran olmamasına dikkat ediniz.

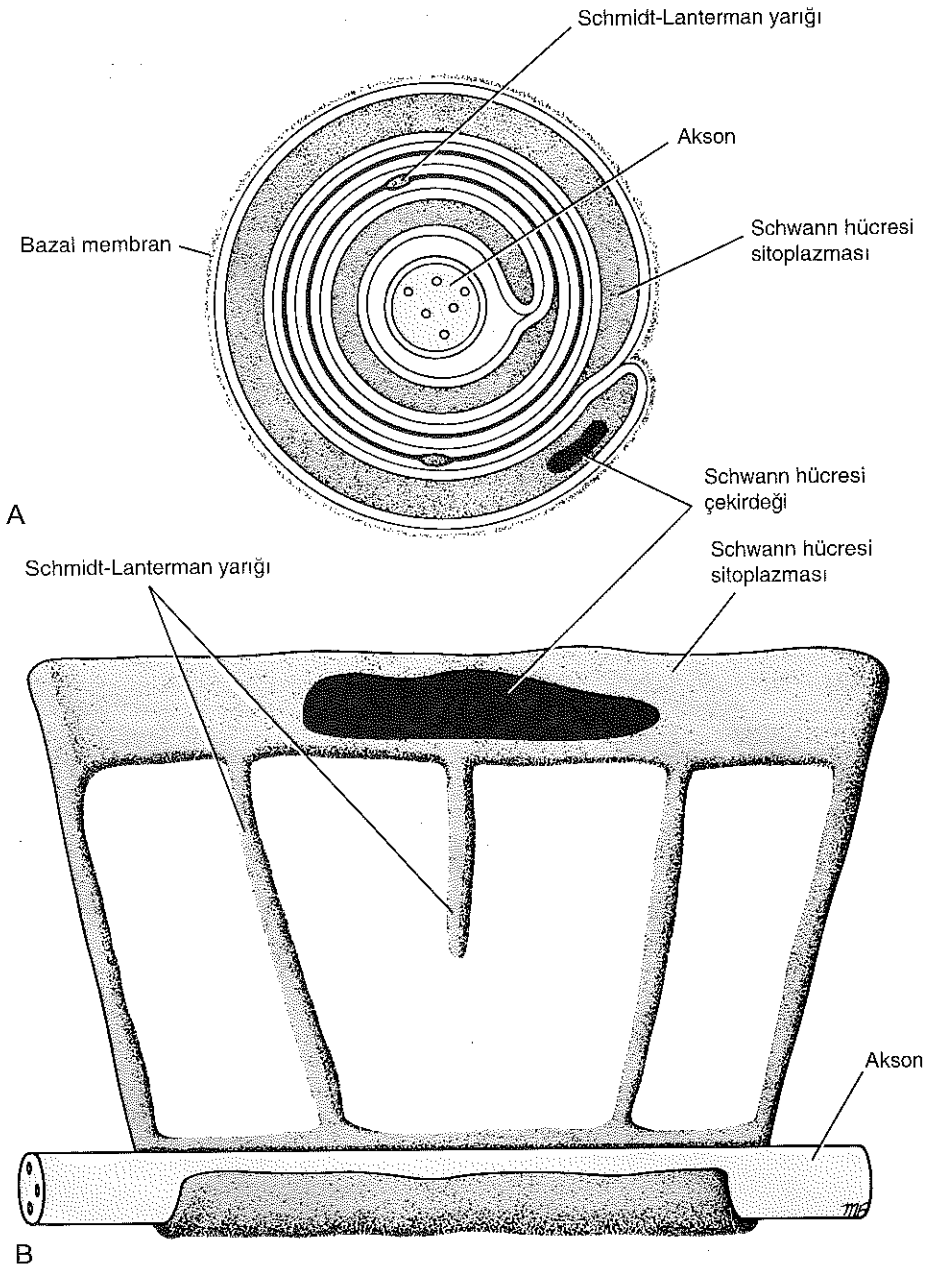


Şekil 3-4 Periferik sinir sisteminde bulunan miyelinli bir sinir lifi. **A–D:** Miyelin kılıfının oluşumundaki evreleri gösteren enine kesitler. **E:** Ranvier düğümünü gösteren olgun bir miyelinli sinir lifinin uzunlamasına kesiti. Bir bazal membran olmasına dikkat ediniz.



Şekil 3-5 Spiral miyelin lamelli (**merkezde**) miyelinli bir aksonun görüldüğü bir periferik sinirin transvers kesitinin elektron mikrografı. Mesakson'a dikkat ediniz (*Ok*). Diğer iki miyelinli lif de kısmen görülmektedir. Bir grup miyelinsiz akson bir Schwann hücresinin periferal sitoplâzması tarafından kuşatılır (**Üstte**). Mesakson'lar *oklarla* belirtilmiştir (X 28.000). (Dr. H. de F. Webster'in izni ile).

Şekil 3-6 Bir Ranvier düğümünün (*Ok*) yapısını gösteren birkaç miyelinli aksonun uzunlamasına kesitinin elektron mikrografı. Düğümde komşu Schwann hücreleri sonlanır ve tabakaların dönerek kapanması nedeniyle miyelin kılıfları incelir. Aksonların içinde yer alan çok sayıdaki mikrotubül ve mikrofilamente dikkat ediniz (X 12.220.) (Dr. H. de F. Webster'in izni ile).



Şekil 3-7 Bir periferik sinirin miyelin kılıfında bulunan Schmidt-Lanterman yarıkları. **A:** Miyelinli bir sinir lifinin enine kesiti. **B:** Miyelin kılıfı ile kuşatılmamış olan miyelinli bir sinir lifinin şematik şekli.

Merkezi sinir sistemi içinde miyelin kılıfının oluşturulmasından oligodendrositler sorumludurlar. Oligodendrositin plazma zarı akson etrafında kıvrılır ve tabakaların sayısı miyelin kılıfının kalınlığını belirler (Şekil 3-3). **Ranvier düğümleri** bitişik oligodendrositler arasındaki boşluklarda yerleşmişlerdir. Tek bir oligodendrosit 60 kadar sinir lifinin miyelin kılıfına bağlanabilir. Bu nedenle, merkezi sinir sistemindeki miyelinizasyon işlemi, Schwann hücresinin periferik sinir sisteminde yaptığına benzer şekilde oligodendrositin akson üzerinde dönmesiyle oluşturulamaz. Olasıdır ki, merkezi sinir sistemindeki miyelinizasyon oligodendrosit uzantısının uzunluğunun artması sonucu oluşur; uzantı kendi kendini akson çevresine sarar. Merkezi sinir sistemi liflerinde Schmidt-Lanterman yarıkları vardır. Merkezi ve periferik sinir sistemlerinde oluşan miyelinizasyon ile ilgili bilgilerin bir özeti Tablo 3-1'de verilmiştir.

Miyelinsiz Sinir Lifleri

Merkezi sinir sisteminin daha küçük aksonları, otonom sinir sisteminin postganglionik aksonları ve ağrının alın-

Tablo 3-1 Periferik ve Merkezi Sinir Sistemlerinde Miyelinizasyon

Yerleşim Yeri	Sorumlu Hücre	Hücrenin Sardığı Sinir Lifi Sayısı	Ranvier Düğümleri	Schmidt-Lanterman Yarıkları	Mesakson
Periferik sinir	Schwann hücresi	1 adet	Var	Var	Var
MSS traktusu	Oligodendrosit	60 adete kadar	Var	Var	Yok

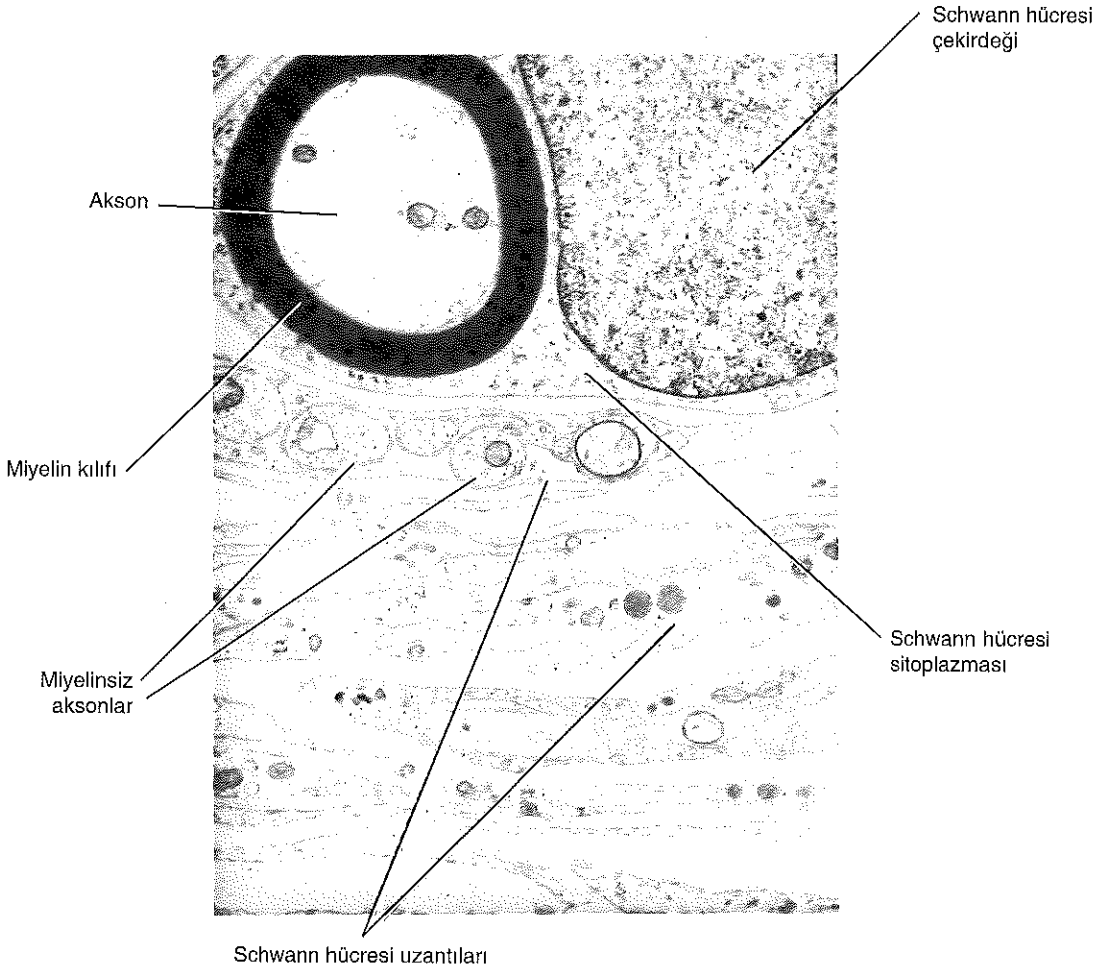
MSS, merkezi sinir sistemi.

ması ile ilgili bazı ince duyusal aksonlar miyelinsizdirler.

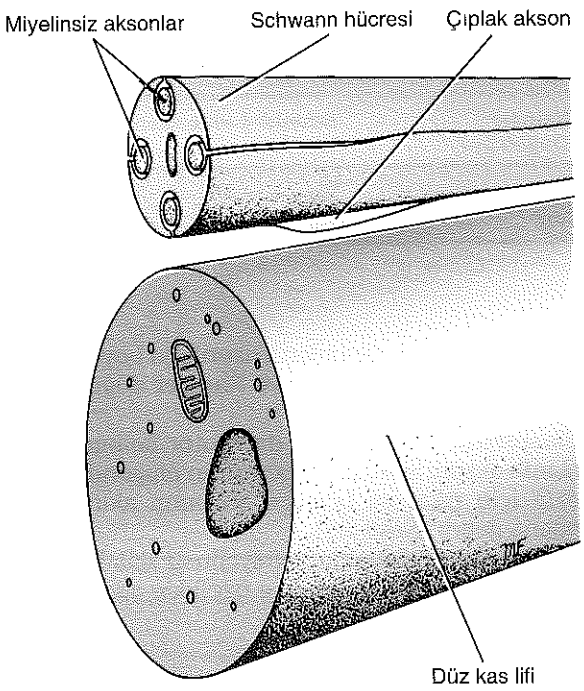
Periferik sinir sisteminde, çapı genellikle 1 μm'den küçük olan her bir akson, Schwann hücresi yüzeyine gömülerek bir oluk içinde ilerler (Şekil 3-2). Tek bir Schwann hücresi 15 ya da daha fazla sayıdaki akson tarafından paylaşılabilir ve bunların her biri kendi oluğu içinde ya da bazen bir oluğu paylaşarak uzanır. Bazı durumlarda oluklar derindir ve aksonlar Schwann hücresinin plazma zarından bir **mezakson** oluşturarak Schwann hücresinin derinine gömülürler (3-5 ve 3-8). Schwann hücreleri, aksonların uzunluğu boyunca birbirlerine yakın olarak uzanırlar ve Ranvier düğümleri yoktur.

Sinapsların yer aldığı ya da motor iletinin oluştuğu alanlarda akson, Schwann hücresinin oluğundan kısa bir mesafe için çıkar ve böylece aksonun aktif bölgesini meydana getirir (Şekil 3-9).

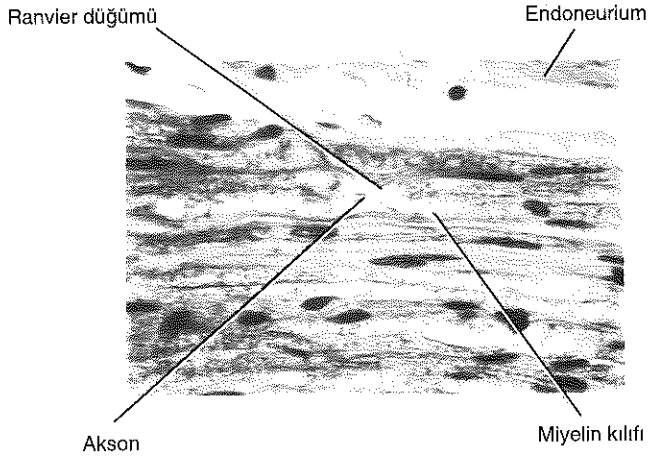
Merkezi sinir sisteminde miyelinsiz sinir lifleri küçük demetler halinde bulunurlar ve özellikle oligodendrositlerle ilişkili değildirler.



Şekil 3-8 Miyelinli bir sinir lifi ile birkaç miyelinsiz sinir lifinin enine kesitlerinin elektron mikrografı. (Dr. J. M. Kerns'in izni ile).



Şekil 3-9 Miyelinsiz bir akson ile kas lifi arasındaki otonom nöromuskuler bileşke.



Şekil 3-10 Hematoksilen eosinle boyalı bir periferik sinirin uzunlamasına kesitinin fotomikrografı (X400).

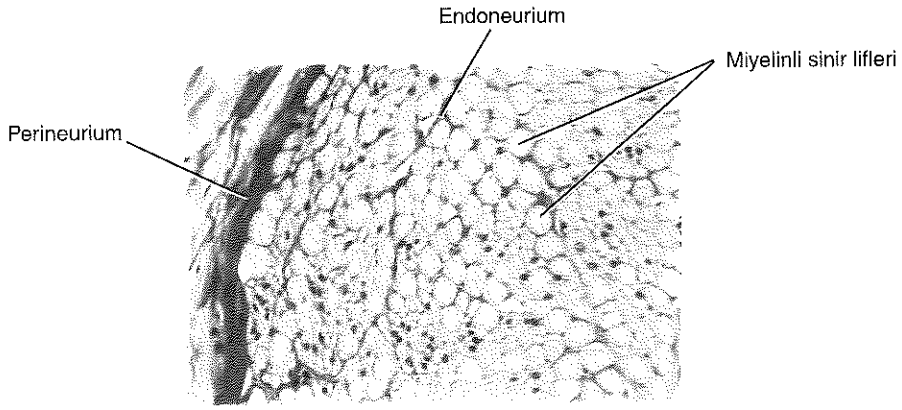
PERİFERİK SİNİRLER

Kranial ve spinal sinirler periferik sinirleri oluşturur. Her bir periferik sinir, efferent ya da afferent aksonlardan oluşabilen paralel sinir lifi demetlerinden meydana gelir ve miyelinli ya da miyelinsiz olabilen bağdokusu kılıflarla sarılıdır (Şekil 3-10 ve 3-11).

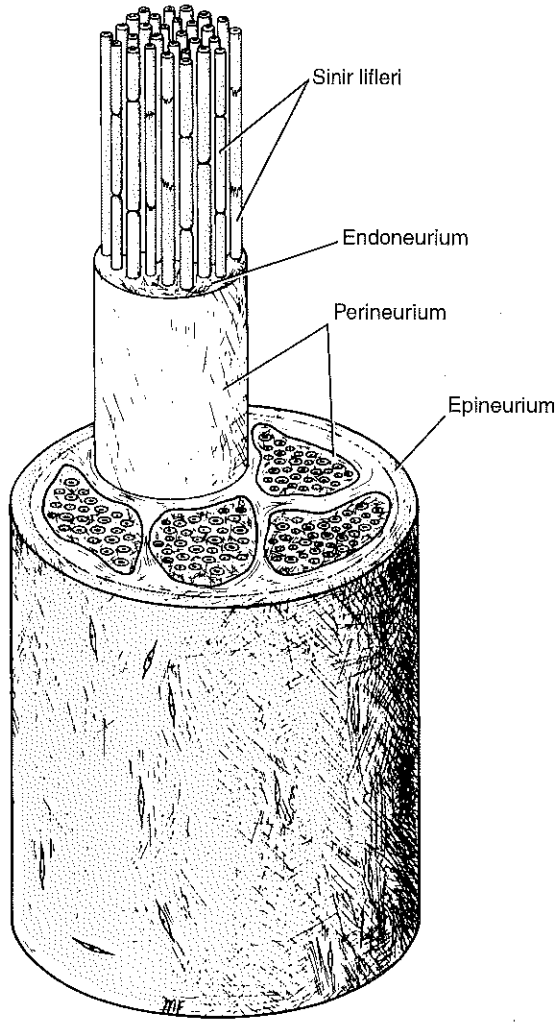
Sinir gövdesi, **epineurium** adı verilen kalın bir bağdokusu kılıf ile kuşatılmıştır (Şekil 3-12). Kılıf içindeki sinir lifi demetlerinin herbiri **perineurium** denilen bağdokusu bir kılıfla sarılmıştır. İki sinir lifi arasında da **endoneurium** olarak isimlendirilen gevşek ve zayıf bir bağdokusu yer alır. Bağ dokusu kılıfları, sinir liflerine ve onlara eşlik eden kan ve lenf damarlarına destek görevi görürler. Periferik sinir lifleri iletim hızlarına ve kalınlıklarına göre sınıflandırılabilir (Tablo 3-2).

Spinal Sinirler ve Spinal Sinir Kökleri

Medulla spinalis'den ayrılarak columna vertebralis'deki foramen intervertebrale'lerden geçen 31 çift spinal sinir vardır. (Ayrıntı için bkz s. 14.) Her bir spinal sinir medulla spinalis'e **iki kök** ile bağlıdır: **radix anterior** ve **radix posterior** (Şekil 3-13). **Radix anterior**, sinir impulslarını taşıyarak merkezi sinir sisteminden uzaklaştıran sinir lifi demetlerinden oluşur ve bu liflere **efferent lifler** denilir. **Radix posterior**, sinir impulslarını merkezi sinir sistemine taşıyan sinir lifi demetlerinden oluşur ve bunlara da **afferent lifler** adı verilir. Bu lifler merkezi sinir sistemine bilgi naklinden sorumlu oldukları için **duyusal lifler** olarak isimlendirilirler. Bu liflerin hücre gövdesi arka kök



Şekil 3-11 Hematoksilen eosinle boyalı bir periferik sinirin enine kesitinin fotomikrografı (X275).



Şekil 3-12 Bir periferik sinirin yapısı.

üzerinde yer alan ve **arka kök ganglionu (ganglion spinale)** olarak isimlendirilen bir şişlik içinde bulunur.

Kranial Sinirler

Beyinden ayrılarak, kafatasındaki deliklerden geçen 12 çift kranial sinir vardır (Şekil 3-13). Bu sinirlerin bir bölümü (nn. olfactorii, n. opticus, n. vestibulocochlearis) yalnızca duyuları beyne getiren afferent sinir liflerinden; diğer bir bölümü (n. oculomotorius, n. trochlearis, n. abducens, n. accessorius, n. hypoglossus) tamamıyla efferent liflerden oluşurken geri kalanları (n. trigeminus, n. facialis, n. glossopharyngeus ve n. vagus) hem afferent hem de efferent liflere sahiptir. Kranial sinirler Bölüm 11'de ayrıntılı olarak anlatılmıştır.

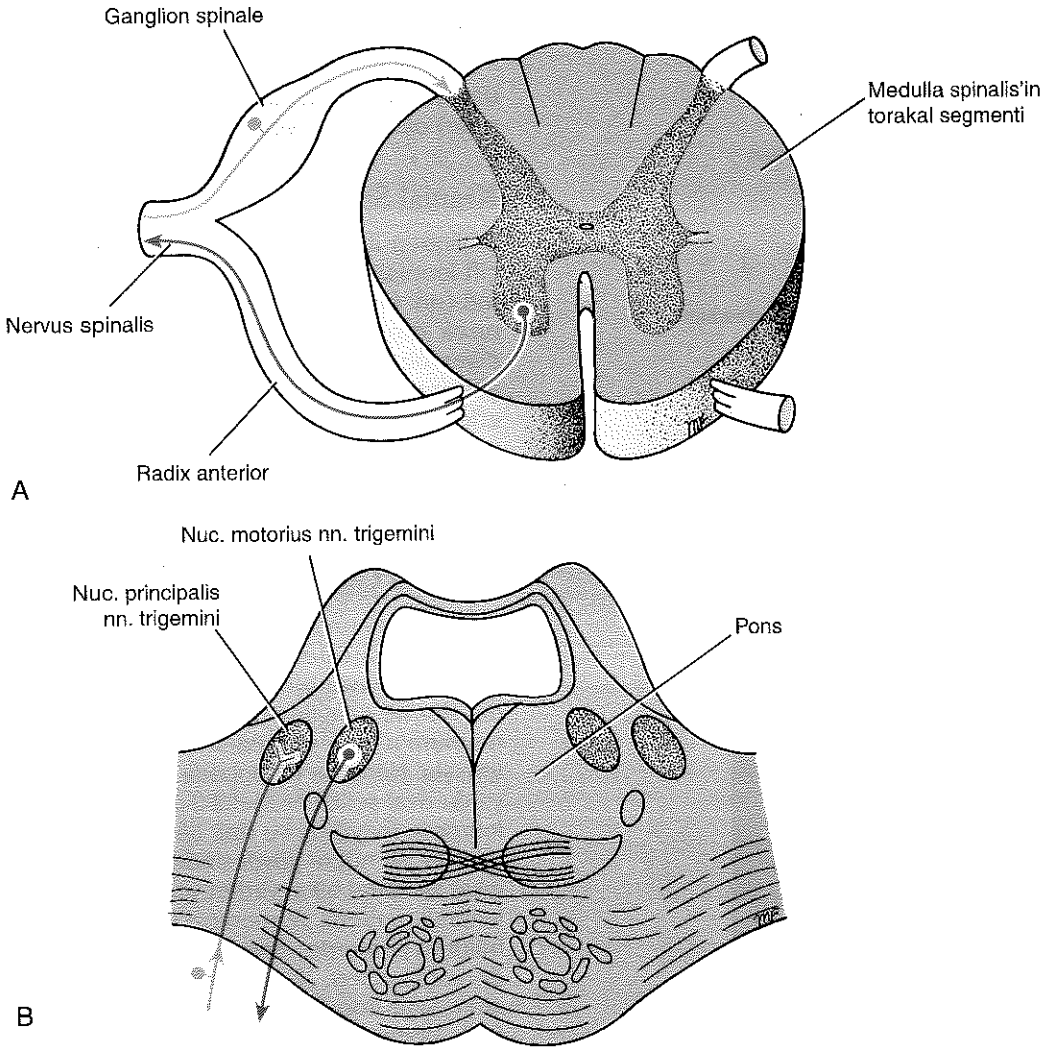
Duyusal Ganglionlar

Spinal sinirlerin arka köklerinde bulunan duyusal ganglionlar ile kranial sinirlerden n. trigeminus, n. facialis, n. glossopharyngeus ve n. vagus'da bulunanlar aynı yapıdadır. Her bir ganglion periferik sinirin epineurium ve perineurium'u ile devam eden bağdokusu bir tabaka ile kuşatılmıştır. Nöronlar unipolardır ve hücre gövdeleri yuvarlak ya da oval şekillidir (Şekil 3-14). Hücre gövdeleri, kümelenmeye meyillidir ve sinir lifi demetleri tarafından ayrılırlar. Her bir hücre gövdesinden bir adet miyelinsiz uzantı çıkar ve spiral bir seyirden sonra bir T bileşkesinde çatallanarak periferik ve merkezi dallarına ayrılır. Aksonun ilk bölümü periferde, duyusal uçta yer alan bir grup dendritde sonlanırken, ikinci bölümü merkezi sinir sistemine girer. Sinir impulsu T bileşkesine ulaşınca aksonun periferik bölümünden doğruca merkezi bölümüne geçer, böylece nöronun hücre gövdesine uğramaz.

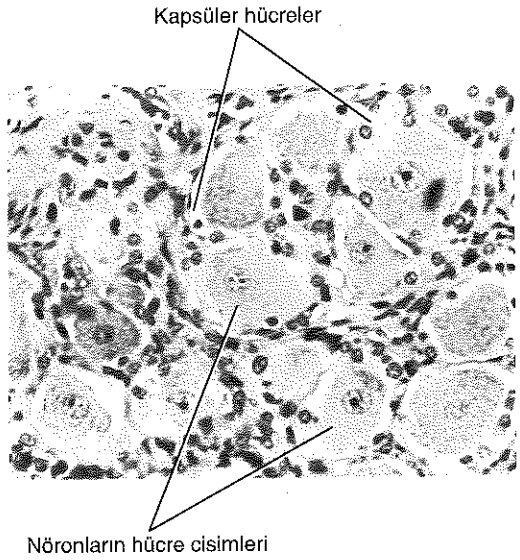
Her bir sinir hücresi gövdesi **kapsüler** ya da **satellit hücreler** adı verilen yassı hücrelerden oluşan bir tabaka ile sıkıca çevrelenmiştir (Şekil 3-14). Kapsüler hücreler

Tablo 3-2 Sinir Liflerinin İleti Hızı ve Kalınlıklarına Göre Sınıflandırılması

Lif Tipi	İletim Hızı (metre/saniye)	Lif Çapı (μm)	Fonksiyonları	Myelin	Lokal Anesteziklere Duyarlılık
A Lifleri					
Alfa	70–120	12–20	Motor, iskelet kası	Var	En az
Beta	40–70	5–12	Duyu, temas, basınç, vibrasyon	Var	
Gama	10–50	3–6	Kas iğciği	Var	
Delta	6–30	2–5	Ağrı (keskin, bölgesel), ısı, temas	Var	
B Lifleri	3–15	<3	Preganglionik otonom	Var	
C Lifleri	0.5–2.0	0.4–1.2	Ağrı (yaygın, derin), ısı, postganglionik otonom	Yok	En fazla



Şekil 3-13 **A:** Ön ve arka sinir köklerinin birleşmesi ile şekillenen bir spinal sinirin gösterildiği medulla spinalis'in torakal bölümünün enine kesiti. **B:** Nervus trigeminus'un duyusal ve motor köklerinin gösterildiği pons'un enine kesiti.



Şekil 3-14 Hematoksilen eosinle boyalı bir spinal sinir arka kök gangliyonunun (ganglion spinale) uzunlamasına kesitinin fotomikrografı (X400).

yapısal olarak Schwann hücrelerine benzerler ve nöronun periferik ve merkezi uzantılarını da sararak bu hücrelerle devam ederler.

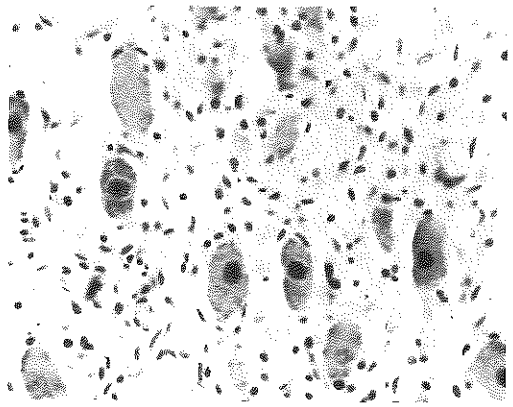
Otonom Ganglionlar

Otonom ganglionlar (sempatik ve parasempatik ganglionlar) beyinden ve medulla spinalis'den uzak mesafede yer alırlar. Truncus sympathicus'da, prevertebral otonom pleksuslarda—örneğin, plexus cardiacus, plexus coeliacus ve plexus mesentericus'da—iç organların üzerinde ya da yakınında bulunurlar. Her bir ganglion periferik sinirin epineurium ve perineurium'u ile devam eden bir bağdokusu tabaka ile sarılıdır. Nöronlar multipolardır ve hücre gövdeleri düzensiz şekillidir (Şekil 3-15). Nöronların dendritleri, preganglionik nöronların miyelinli aksonları ile sinaptik bağlantılar yaparlar. Nöronların aksonları miyelinsiz ve küçük çaplıdır (C lifleri); iç organlara, kan damarlarına ve ter bezlerine giderler.

Her bir sinir hücresi gövdesi **kapsüler** ya da **satellit hücreler** adı verilen yassı hücrelerden oluşan bir tabaka ile sıkıca çevrelenmiştir. Kapsüler hücreler, duyusal ganglionlarda olduğu gibi yapısal olarak Schwann hücrelerine benzerler ve nöronun periferik ve merkezi uzantılarını da sararak onlarla devam ederler.

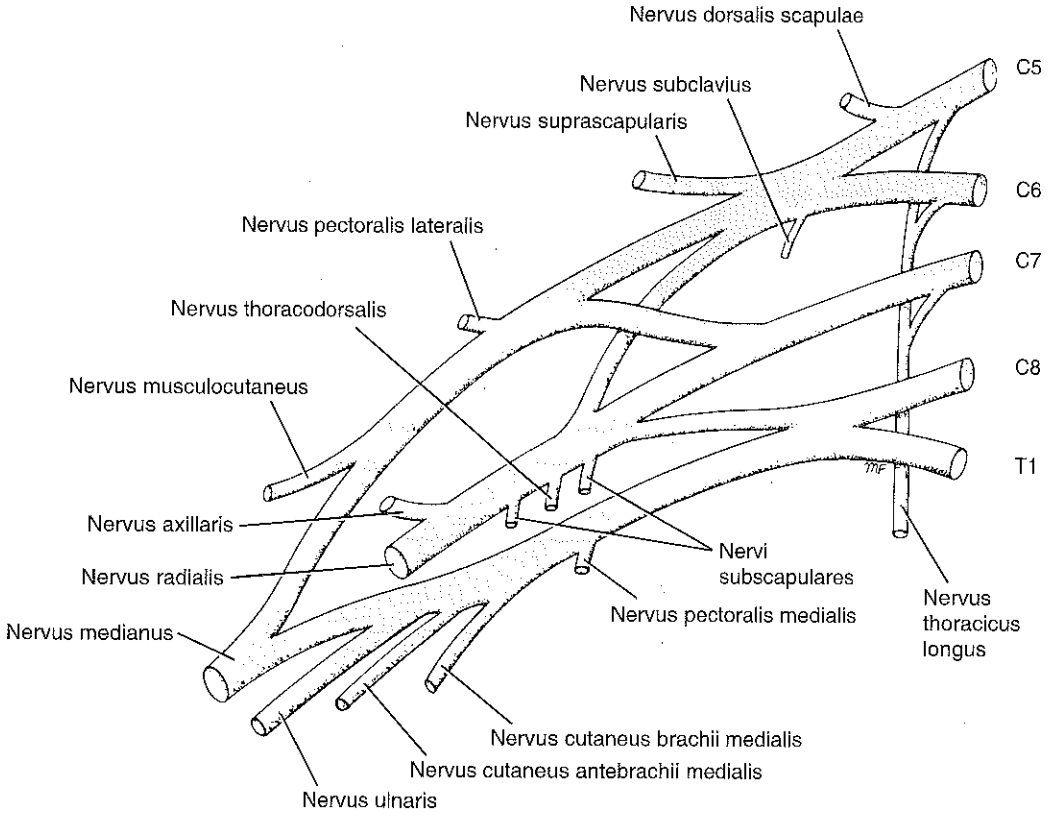
Periferik Sinir Pleksusları

Periferik sinirler, sinir lifi demetlerinden yapılmıştır. Seyirleri sırasında bazen komşu periferik sinirlere katılan dallara ayrılırlar. Eğer bu olay sık sık gerçekleşirse, **sinir pleksusu** denilen bir sinir ağı oluşur. Bir sinir pleksusu oluşumunun, bir periferik sinirden diğerine sinir lifi geçişine izin verdiğini vurgulamak gerekir ve **birçok örnekte sinir liflerinin dallanması gerçekleşmez.** Bir pleksus, böylece sinir liflerinin farklı periferik sinirler içinde yeniden dağılmasını mümkün kılar.



Şekil 3-15 Hematoksilen eosinle boyalı bir sempatik zincir gangliyonunun (ganglion trunci sympathici) uzunlamasına kesitinin fotomikrografı (X300).

Ekstremitelerin gövdeye bağlandıkları kök bölümlerinde spinal sinirlerin ön dalları karmaşık pleksuslar oluşturur. Plexus cervicalis ve plexus brachialis üst ekstremitelerin kök bölümlerinde (Şekil 3-16); plexus lumbalis ile



Şekil 3-16 Plexus brachialis.

plexus sacralis de alt ekstremitelerin kök bölümlerinde yer alırlar. Bu ağlar, medulla spinalis'in farklı segmentlerinden köken alan sinir liflerinin sinir trunkusları içinde düzenlenmesini; üst ve alt ekstremitelerin değişik bölümlerine etkili bir şekilde dağılmalarını sağlar.

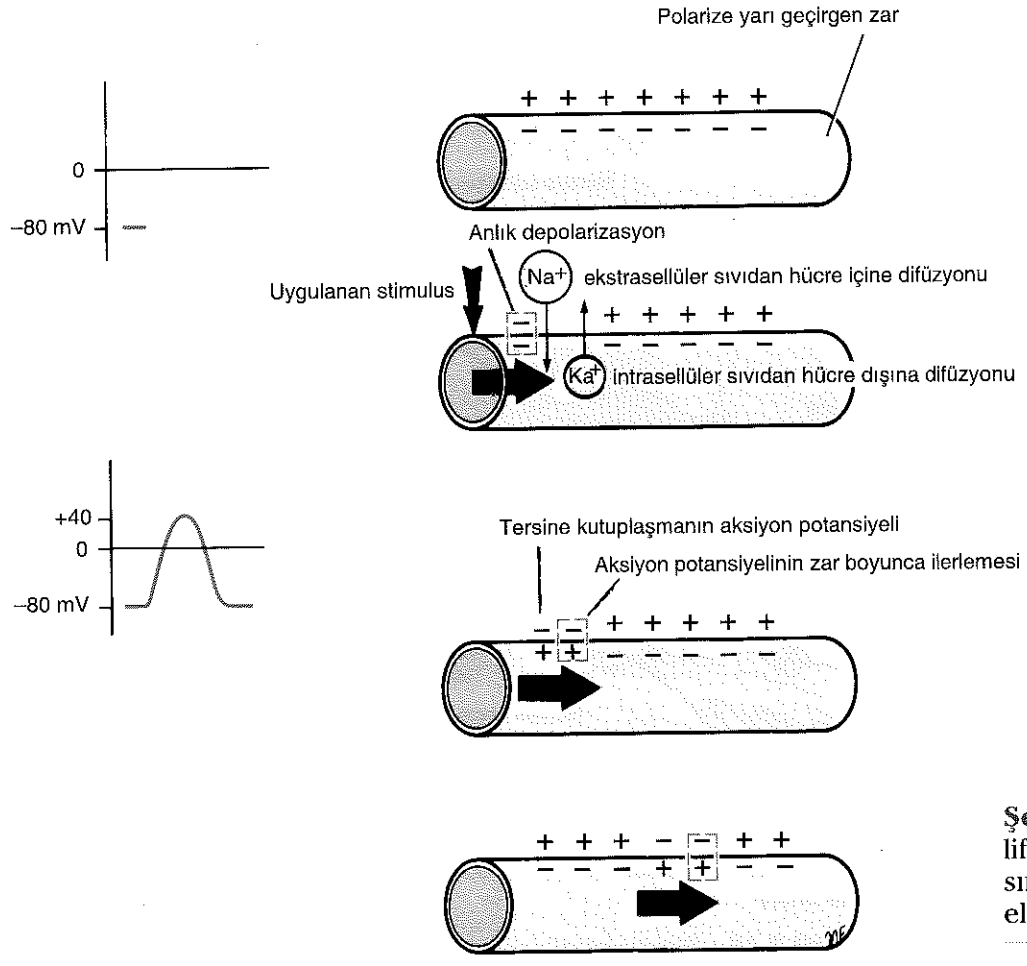
Deri ile ilgili sinirler, son hedeflerine yaklaştıkları bölgelerde, genellikle ince pleksuslar oluştururlar. Bu oluşum sinir liflerinin terminal duyusal sonlanmalarına ulaşmadan önce yeniden düzenlenmelerini sağlar.

Otonom sinir sistemi de preganglionik ve postganglionik sinir liflerini ve ganglionlarını içeren çok sayıda sinir pleksusuna sahiptir.

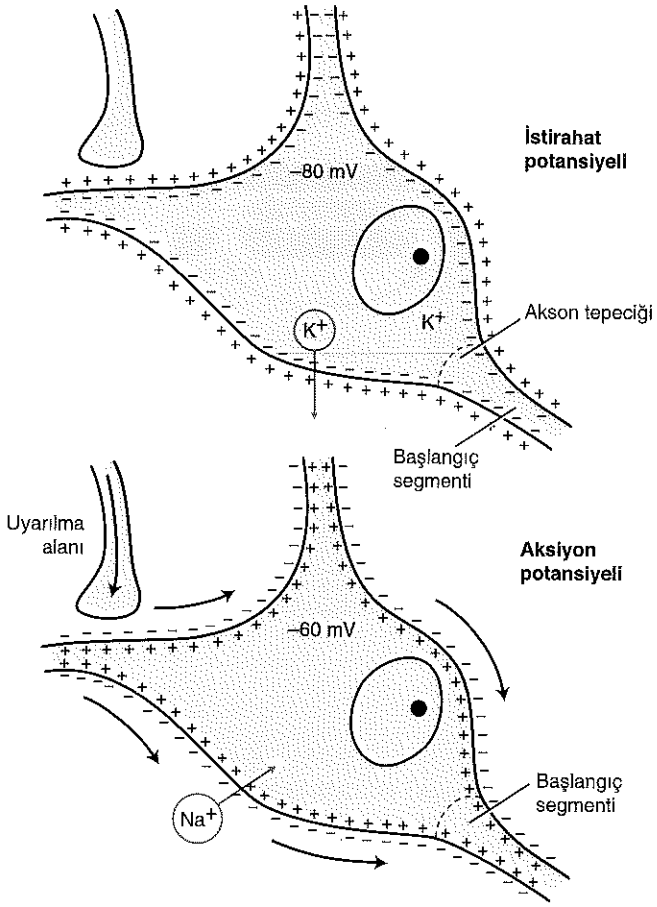
Periferik Sinirlerde İletim

Uyarısız, dinlenme fazında olan bir sinir lifi polarizedir yani içi dışına göre negatiftir; aksolemma boyunca potansiyel fark -80mV kadardır ve buna **istirahat membran potansiyeli** denilir (Şekil 3-17). Daha önce açıklandığı gibi (Bkz. s. 42), istirahat potansiyeli, sodyum ve potasyum iyonlarının plazma zarındaki kanallardan difüzyonu ile oluşturulur ve sodyum-potasyum pompası aracılığı ile idame ettirilir. İçeri doğru pompalanan her iki K^+ iyonuna karşılık üç Na^+ iyonu dışarı doğru pompalanır. Pompa, zar boyunca aktif taşınmayı gerektirir ve enerji sağlamak için adenosine triphosphate'a (ATP) ihtiyaç duyar.

Bir sinir impulsu (**aksiyon potansiyeli**) aksonun ilk segmentinden başlayan ve kendiliğinden oluşarak plazma zarının yüzeyi (aksolemma) boyunca ilerleyen negatif elektrik dalgasıdır. Negatif elektrik dalgası, nöron yüzeyine uygulanan yeterli düzeydeki bir uyarı ile başlatılır (Şekil 3-18). Normal koşullar altında bu olay nöronun en hassas bölgesi olan aksonun ilk segmentinde oluşur. Uyarı, uyarılma noktasında zarın Na^+ iyonlarına olan geçirgenliğini değiştirir. Böylece Na^+ iyonları akson içine hızlı bir şekilde geçer (Şekil 3-17). Aksolemma dışında bulunan pozitif yüklü iyonlar süratle nötralize olurlar. Membran potansiyeli bu nedenle sıfıra düşer ve **depolarize olduğu** söylenir. Tipik bir istirahat potansiyeli -80 mV'tur ve membranın dış kısmı içe göre pozitiftir; aksiyon potansiyeli de +40 mV'tur ve membranın dış kısmı içe göre negatiftir. Küçük çaplı aksonlarda aksiyon potansiyeli 40 mV'a kadar yükselmeyebilir.



Şekil 3-17 Bir sinir lifinde uyartı iletimi sırasında oluşan iyonik ve elektriksel değişiklikler.



Şekil 3-18 Tek bir presinaptik uçtan kaynaklanan bir uyartının ulaşması sonucu aksiyon potansiyelinin oluşması. Başlangıç segmentinde açığa çıkan aksiyon potansiyelinin sadece uyarı eşik değerinin başlangıç segmentine ulaşmasından sonra oluşturulacağına dikkat ediniz. (Snell, R. S. *Clinical Neuroanatomy: A Review with Questions and Explanations* [3rd ed., p. 7]. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins'den alınmıştır.)

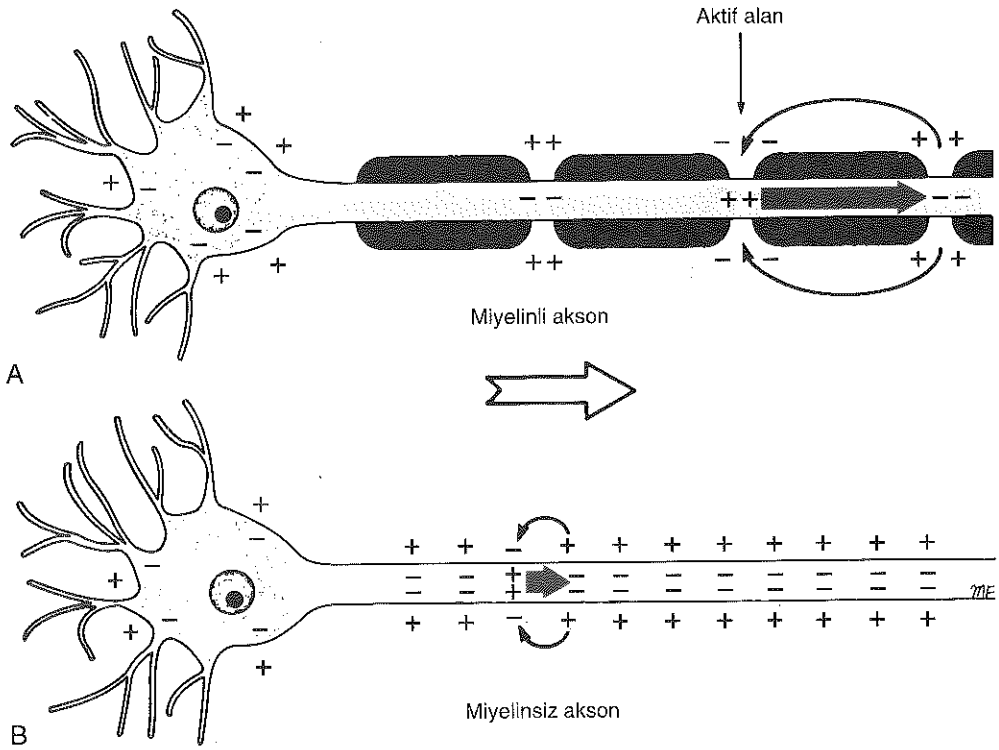
Aksolemmanın dış tarafında yer alan negatif yüklü nokta, yanındaki pozitif yüklü aksolemma için bir uyarı rolünü üstlenir ve komşu istirahat potansiyelinin elektrik yükü 1 milisaniyeden daha kısa bir süre içinde tersine döner (Şekil 3-17). Aksiyon potansiyeli bu şekilde ilk uyarıldığı noktadan membran üzerindeki bitişik noktaya aksolemma boyunca taşınmış olur. Bu yolla aksiyon potansiyeli bir sinir lifinin tüm uzunluğu boyunca sona kadar aktarılır.

Aksiyon potansiyelinin sinir lifi boyunca hareket etmesiyle, Na^+ iyonlarının akson içine girişi durur ve aksolemmanın K^+ iyonlarına karşı olan geçirgenliği artar. Böylece K^+ iyonları akson dışına hızla diffüze olur (akson içindeki konsantrasyonları akson dışından çok daha yüksek olduğu için), bu yolla başlangıçtaki istirahat membran potansiyeli yeniden sağlanır. Aksolemmanın geçirgenliği artık azalır ve Na^+ iyonlarının akson dışına, K^+ iyonlarının akson içine aktif transportuyla statik durum yeniden sağlanır. Aksolemmanın dış yüzeyi iç yüzeyi ile karşılaştırıldığında tekrar pozitif olur.

Bir sinir impulsunun sinir lifi boyunca ilerlemesinden sonraki çok kısa bir süre içinde, aksolemma henüz depolarize durumda iken daha kuvvetli bile olsa ikinci bir impuls siniri uyaramaz. Bu zaman dilimi **mutlak refraktör dönem** olarak isimlendirilir. Refraktör dönemin altında yatan neden Na^+ kanallarının inaktif hale gelmesi ve daha kuvvetli bile olsa hiçbir uyarının Na^+ geçidini açamamasıdır. Bu dönemi, sinirin uyarılabilirliğinin giderek normale döndüğü ve **rölatif refraktör dönem** denilen kısa bir süre takip eder. Bundan da anlaşılacağı gibi, refraktör dönem, sinirin sürekli olarak uyarılır konumda olmasını olanaksız kılar ve impulsların frekansını sınırlandırır.

Bir sinir lifinin **ileti hızı** aksonun kesit alanı ile bağlantılıdır. Kalın lifler küçük çaplı olanlara göre daha hızlı iletirler. Geniş motor liflerde (alfa lifleri) ileti hızı saniyede 70-120 metreye varacak kadar yüksek olmasına karşın, daha küçük çaplı duyu liflerinin hızı daha yavaştır (Bkz. Tablo 3-2).

Miyelinsiz liflerde aksiyon potansiyeli membranın yakın alanlarını giderek artan şekilde uyararak, aksolemma boyunca kesintiye uğramadan ilerler (Şekil 3-19). Miyelinli liflerde miyelin kılıfı bir yalıtkan görevini üstlenir ve kılıftan az sayıdaki iyon geçebilir. Sonuç olarak, miyelinli bir sinir lifi, yalnızca aksonun çıplak olduğu ve iyonların aksolemma ile hücre dışı sıvısı arasında plazma zarını serbestçe geçebildiği Ranvier düğümlerinde uyarı-



Şekil 3-19 Uyarılmış miyelinli aksonda (sıçrayıcı iletim)(**A**) ve uyarılmış miyelinsiz aksonda (**B**) oluşan elektriksel değişiklikler.

labilir. Bu liflerde aksiyon potansiyeli bir düğümden diğerine atlar (Şekil 3-19). Bir düğümdeki aksiyon potansiyeli çevredeki doku sıvısında bir akım oluşturur ki bu da bir sonraki düğümde hızla depolarizasyona yol açar. Aksiyon potansiyelinin bir düğümden diğerine atlaması **sıçrayıcı iletim** olarak isimlendirilir (Şekil 3-19). Bu, miyelinsiz liflerde bulunandan daha hızlı bir mekanizmadır (geniş bir miyelinli lifte saniyede 120 metre olmasına karşın, çok küçük bir miyelinsiz lifte saniyede 0.5 metre).

Reseptör Sonlanmaları

Birey, özel bir takım duyusal sinir sonlanmaları veya reseptörler aracılığı ile dış dünyadan veya vücutdan gelen duyuları algılar.

Duyusal reseptörler fonksiyonel olarak 5 grupta incelenir:

Mekanoreseptörler. Bunlar mekanik uyarılara yanıt verir.

Thermoreseptörler. Bunlar ısıdaki değişikliklere yanıt oluşturur; bazıları sıcağa, diğerleri ise soğuğa yanıt verir.

Nosiseptörler. Bunlar dokuda hasar meydana getiren herhangi bir stimulus'a yanıt verir.

Elektromagnetik reseptörler. Gözdeki basil ve koni hücreleri ışığın şiddetindeki ve dalga boyundaki değişikliklere hassastır.

Kemoreseptörler. Bunlar tat, koku, kandaki oksijen ve karbondioksit konsantrasyonlarındaki kimyasal değişikliklere yanıt verir.

Reseptörlerin Anatomik Tipleri

Duyusal sonlanmalar temelde yapısal olarak bir kapsül ile sarılı olmayan (noncapsulated) ve bir kapsül ile sarılı olan (encapsulated) reseptörler olmak üzere iki grupta incelenir. Tablo 3-3 reseptör tiplerini sınıflamakta ve karşılaştırmaktadır.

Bir Kapsül ile Sarılı Olmayan Reseptörler

Serbest Sinir Sonlanmaları

Serbest sinir sonlanmaları vücutta yaygın olarak bulunur (Şekil 3-20). Bunlar deri, cornea ve sindirim sisteminin epitel hücreleri arasında ve dermis, fascia, ligamentler, eklem kapsülleri, tendonlar, periost, perikondrium, kemikteki Havers kanalları, membrana tympanica ve diş etinde yer alan bağ dokusunda bulunur. Bunlara ilaveten kaslarda da mevcuttur.

Serbest sinir sonlanmalarından gelen afferent sinir lifleri myelinli veya myelinsiz olabilir. Terminal uçlarında myelin kılıfı bulunmaz ve bunların uç kısımlarını saran Schwann hücreleri mevcut değildir.

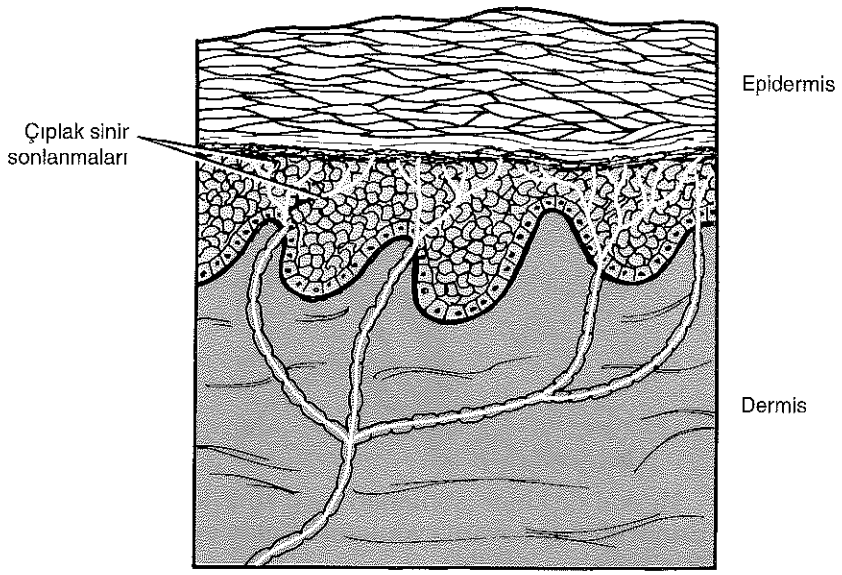
Bu sonlanmaların büyük bir kısmı ağrı duyusu ile; diğerleri ise hafif dokunma, basınç, gıdıklanma duyusu ve muhtemelen soğuk ve sıcak duyuları ile ilgilidir.

Merkel Diskleri

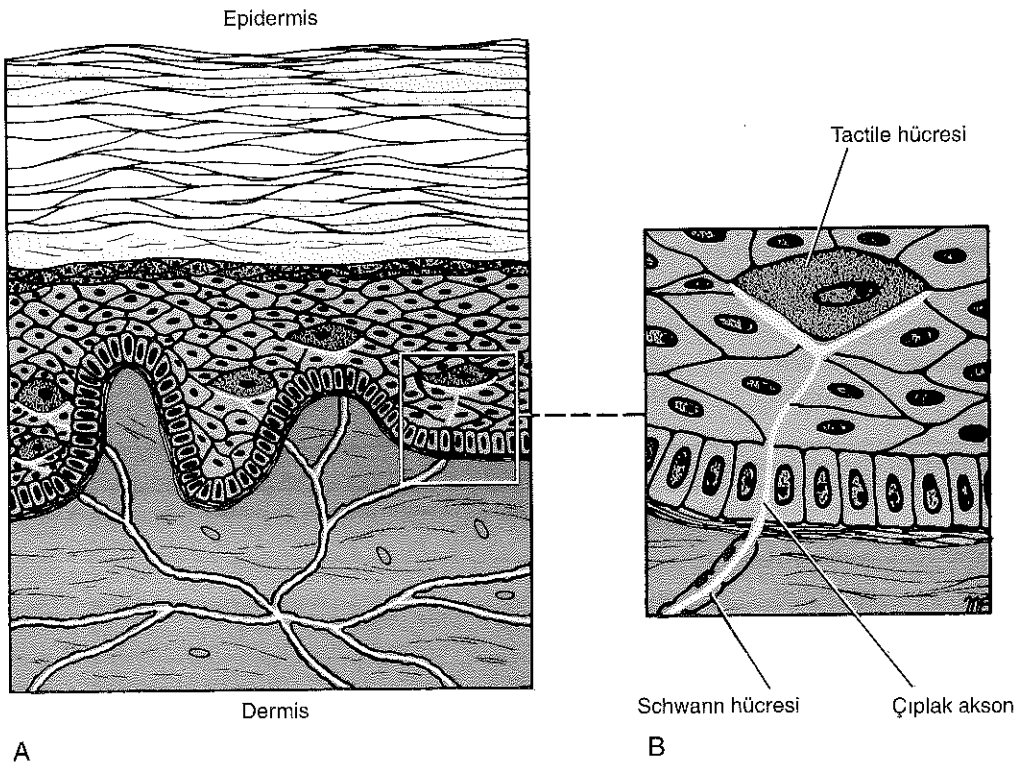
Merkel diskleri parmak uçları gibi kılsız deride (Şekil 3-21 ve 3-22) ve kıl folliküllerinde bulunur. Sinir lifi epidermis'e geçer ve epidermis'in derininde yer alan koyu boyalı bir epitel hücresinde disk şeklinde bir genişleme yaparak sonlanır. Bu hücreye **Merkel hücresi** adı verilir.

Tablo 3-3 Reseptör Tiplerinin Sınıflandırılması ve Karşılaştırılması

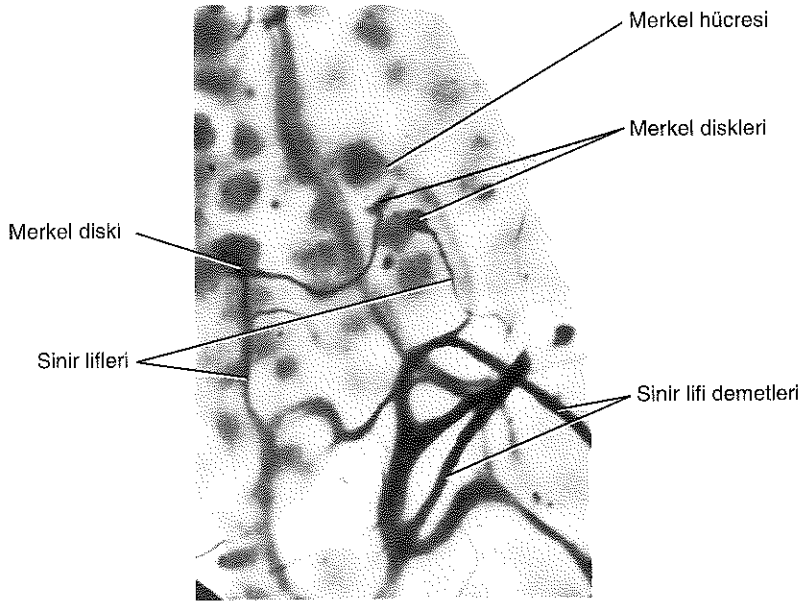
Reseptör Tipi	Lokalizasyon	Uyarı	Duyusal Modalite	Adaptabilite	Sinir Lifleri
Kapsül ile sarılı olmayan reseptörler					
Serbest sinir sonlanmaları	Epidermis, cornea, bağırsak, dermis, ligamentler, eklem kapsülü, kemik, diş eti,vs.	Mekanoreseptör	Ağrı (hızlı), ağrı (yavaş) dokunma(kaba), basınç, sıcak ve soğuk	Hızlı	A delta, C
Merkel diskleri	Kılsız deri	Mekanoreseptör	Dokunma	Yavaş	A beta
Kıl follikülü reseptörleri	Kıllı deri	Mekanoreseptör	Dokunma	Hızlı	A beta
Kapsül ile sarılı olan reseptörler					
Meissner cisimciği	Avuç içi derisinin ve ayak tabanı derisinin dermal papillaları	Mekanoreseptör	Dokunma	Hızlı	A beta
Pacini cisimciği	Dermis, ligamentler,eklem kapsülleri, periton, dış genital organlar vs.	Mekanoreseptör	Vibrasyon	Hızlı	A beta
Ruffini cisimciği	Kıllı derinin dermis'i	Mekanoreseptör	Gerilme	Yavaş	A beta
Nöromuskuler iğcikler	İskelet kası	Mekanoreseptör	Gerilme-kasın uzunluğu	Hızlı	A alfa, A beta
Nörotendinöz iğcikler	Tendonlar	Mekanoreseptör	Basınç- kas gerginliği	Hızlı	A alfa



Şekil 3-20 Derideki serbest sinir sonlanmaları. Epidermis'deki sinir liflerinin çıplak/myelinsiz oluşuna dikkat ediniz.



Şekil 3-21 Derideki Merkel diskleri. **A:** Küçük büyütme. **B:** Boyalı "tactile" hücreli aksonun genişletilmiş sonunu gösteren Merkel diski.



Şekil 3-22 Merkel diskinde sonlanan ince sinir liflerini gösteren parmak derisinin gümüş boyama yöntemi ile elde edilen fotomikrografisi (Dr. N. Cauna'nın izni ile).

Kıllı derideki kümeler halinde bulunan Merkel diskleri **tactile kubbeler** (tactile domes) olarak bilinir ve bunlar kıl folliküllerı arasındaki epidermis'te bulunur.

Merkel diskleri yavaş adaptasyon gösteren dokunma reseptörleri olup deri üzerine uygulanan basıncın derecesi ile ilgili olan bilgileri algılar. Bu duruma örnek olarak bir kişinin kalem tutmasını verebiliriz.

Kıl Follikülü Reseptörleri

Sinir lifleri yağ bezinin altında, follikülün dışta yer alan bağ dokusu tabakasında seyrederek follikülün çevresinde bulunur. Sinir liflerinin bazı dalları follikülü çevrelerken, diğer dallar bunun uzun eksenine paralel olarak seyreder (Şek. 3-23 ve 3-24). Çok sayıda akson filamanı dış tabakada yer alan hücreler boyunca sonlanır.

Tüylerin eğilmesi hareketi follikül reseptörünü uyarır. Bu mekanoreseptörlerin hızlı adapte olabilen grubuna aittir. Tüy eğilmiş konumda iken reseptör herhangi bir cevap oluşturmaz, fakat tüy serbest kaldığında bir grup sinir impulsu patlama tarzında başlamış olur.

Kapsül ile Sarılı olan Reseptörler

Bu reseptörler büyüklük ve şekil olarak çok değişiklik gösterir ve sinirin sonlanma yeri kapsül ile sarılıdır.

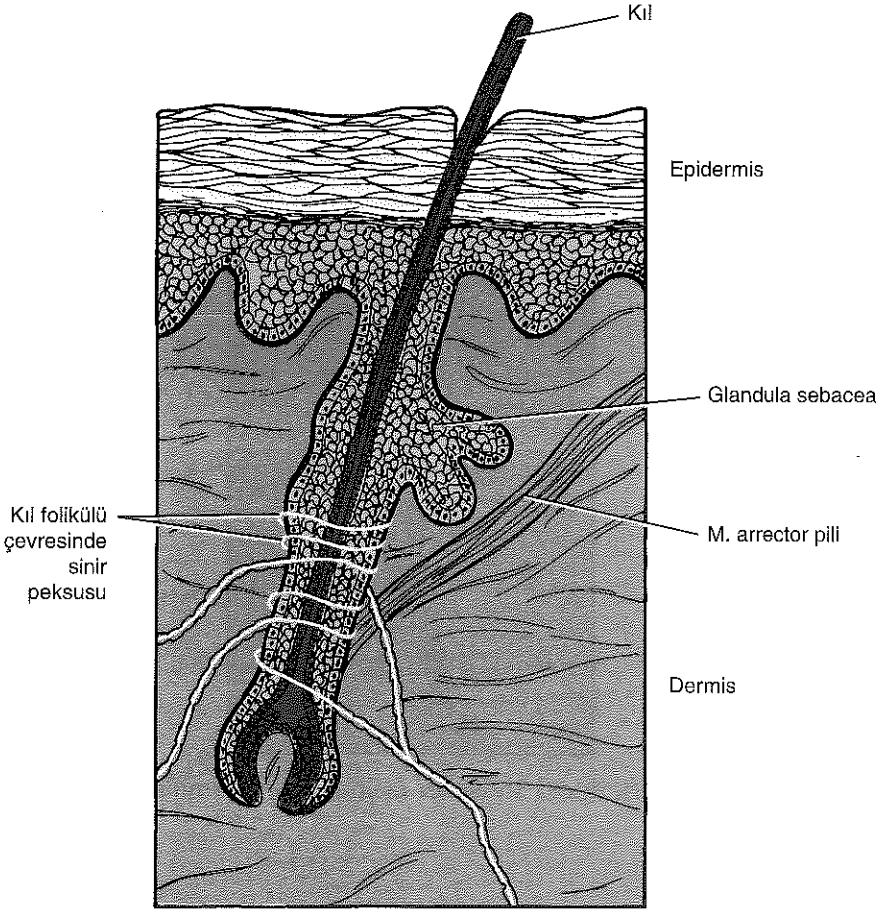
Meissner Cisimcikleri

Meissner cisimcikleri özellikle avuç içinde ve ayak tabanında olmak üzere derinin dermal papilla'sında lokalize olur (Şek. 3-25 ve 3-26). Bunlara ilaveten, pekçok Meissner cisimciği ise meme başı derisinde ve dış genital organlarda yerleşir. Her bir cisimcik ovoid şekilli olup; uzun ekseni boyunca transvers yönde yerleşmiş bulunan modifiye olmuş, yassılaşmış Schwann hücrelerini içerir. Cisimcik, bağ dokusu bir kapsül ile sarılı olup bu kapsül cisimciğe gelen sinirlerin endonerium'u ile devamlılık gösterir. Az sayıdaki myelinli sinir lifi cisimciğin derinde yer alan son ucundan içeri girer; myelinli ve myelinsiz sinir liflerinin çapları azalır ve bunlar Schwann hücreleri boyunca dallanma gösterir. Doğum ile yaşlılık dönemi karşılaştırıldığında Meissner cisimciğinin sayısının yaşlanma ile birlikte büyük ölçüde azaldığı gözlenir.

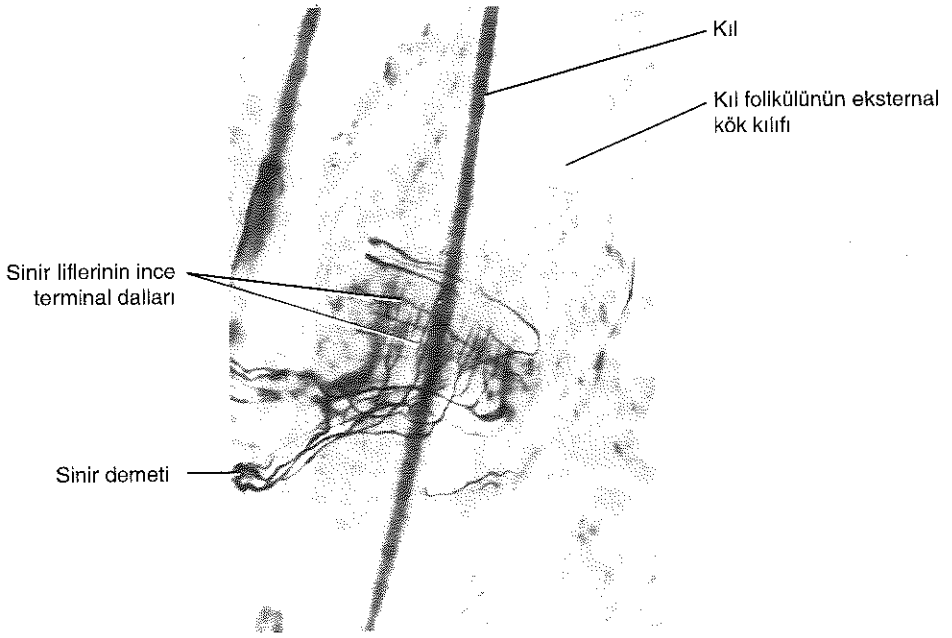
Meissner cisimcikleri dokunma duyusuna karşı çok hassastır ve bunlar hızlı adapte olabilen mekanoreseptörlerdir. Bunlar bireyin derisinin üzerinde birbirine yakın olarak uygulanan iki nokta şeklindeki uyarının birey tarafından ayırt edilmesini sağlar (iki nokta tactile diskriminasyonu).

Pacini Cisimcikleri

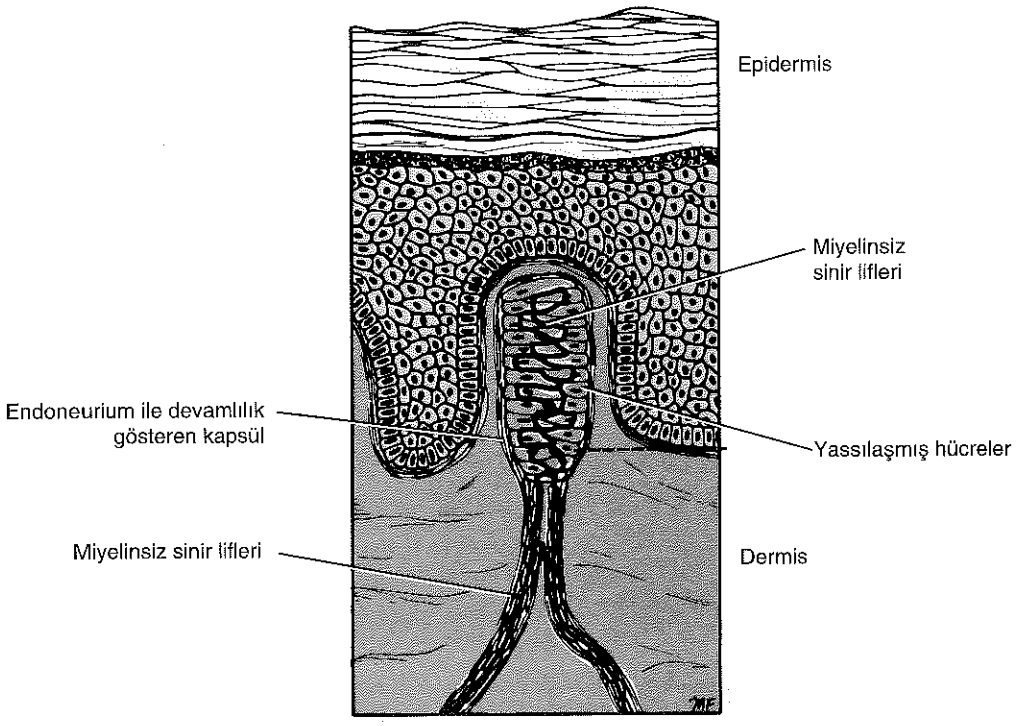
Pacini cisimcikleri (Şek. 3-27 ve 3-28) tüm vücutta yaygın olarak dağılmış olup dermis, subkutanöz doku, ligament'ler, eklem kapsülleri, pleura, periton, meme başı ve dış genital organlarda yaygın olarak bulunur. Her bir cisimcik ovoid şekilli olup, uzunluğu yaklaşık 2 mm, genişliği ise 100-500 μm'dir. Bir kapsülü ve sinir sonlanma-



Şekil 3-23 Kıl follikülü çevresindeki sinir sonlanmaları.

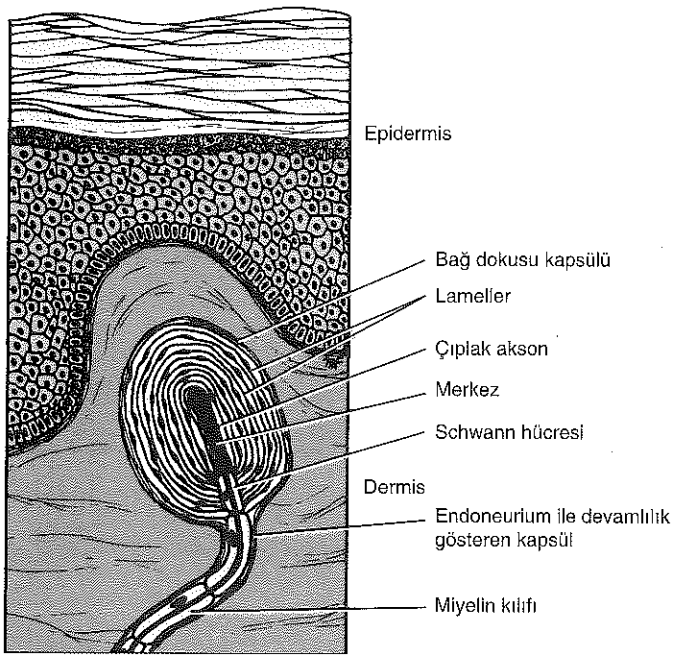


Şekil 3-24 Kıl follikülü çevresindeki sinir sonlanmalarının gümüş boyama yöntemi ile elde edilen fotomikrografisi (Dr. M. J. T. Fitzgerald'ın izni ile).

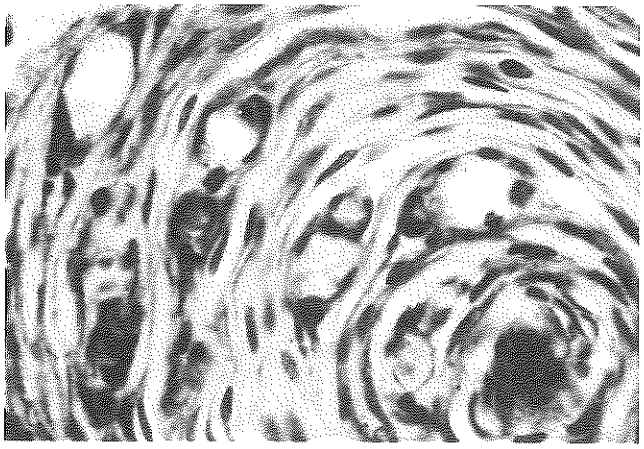


Şekil 3-25 Derideki Meissner cisimciğinin ayrıntılı yapısı.

Şekil 3-26 Derideki Meissner cisimciğinin fotomikrografisi. (Dr. N. Cauna'nın izni ile).



Şekil 3-27 Derideki Pacini cisimciğinin detaylı yapısı.



Şekil 3-28 Derinin transvers kesitinde, Pacini cisimciğinin bir kısmındaki yassılaşmış hücrelerin konsantrik lamelerini gösteren fotomikrografi. (Dr. N. Cauna'nın izni ile).

larını içeren santral kısmı mevcuttur. Kapsülünde çok sayıda yassılaşmış hücrelerin konsantrik lamelleri mevcuttur. Büyük bir myelinli sinir lifi cisimciğe girer ve bu sinir lifi önce myelin kılıfını, daha sonra ise Schwann hücresi kılıfını kaybeder. Yassılaşmış hücrelerden oluşan lameller ile sarılı olan çıplak haldeki akson cisimciğin santral kısmına doğru ilerleyerek genişlemiş bir uçta sonlanır.

Pacini cisimciği hızlı adapte olabilen bir mekanoreseptör olup, vibrasyon duyusuna hassastır. Saniyede 600 uyarıya cevap verebilir.

Ruffini Cisimcikleri

Ruffini cisimcikleri kıllı derinin dermis'inde yerleşir. Her bir cisimcikte çok sayıda büyük myelinsiz sinir lifi sonlanması vardır. Bu sinir lifi sonlanmaları bir kollajen lif demetinin içerisinde olup, selüler bir kapsül ile sarılıdır. Bu yavaş adapte olabilen mekanoreseptörler gerilme reseptörleri olup, deri gerildiği zaman yanıt oluşturur.

Kutanöz Reseptörlerin Fonksiyonu

Geçmiş yıllarda, reseptörlerin değişik histolojik tiplerinin spesifik tipteki duyulara uygunluk gösterdiklerine inanılırdı. Daha sonraları ise vücut da sadece bir veya iki histolojik tipteki reseptörleri içeren alanların bulunduğu anlaşıldı. Bunlar pekçok değişik uyarıya duyarlı olup bunun da ötesinde, vücutda bu değişik tipteki reseptörler bulunduğu halde, tüm sinirler sadece sinir impulslarını taşır. Günümüzde genel olarak kabul edilen görüşe göre algılanan duyunun tipi afferent sinir lifinin geçtiği santral sinir sistemi bölgesinin spesifik sahası ile belirlenir. Örneğin, ağrı duyusu ile ilgili bir sinir lifi sıcak, soğuk, dokunma veya basınç ile uyarılacak olursa birey sadece ağrı duyusunu algılayacaktır.

Duyusal Stimulus'un Sinir İmpulsuna Dönüşümü (Transdüksiyon)

Transdüksiyon olayında enerjinin bir formu (uyarı) başka bir enerji formuna (sinir impulsunun elektrokimyasal

enerjisi) dönüşür. Stimulus reseptöre uygulandığında (ulaştığında), sinirin sonundaki plazma membranının potansiyelinde bir değişiklik ortaya çıkar. Bu olayın reseptörde meydana gelmesine bağlı olarak, buna **reseptör potansiyeli** adı verilir.

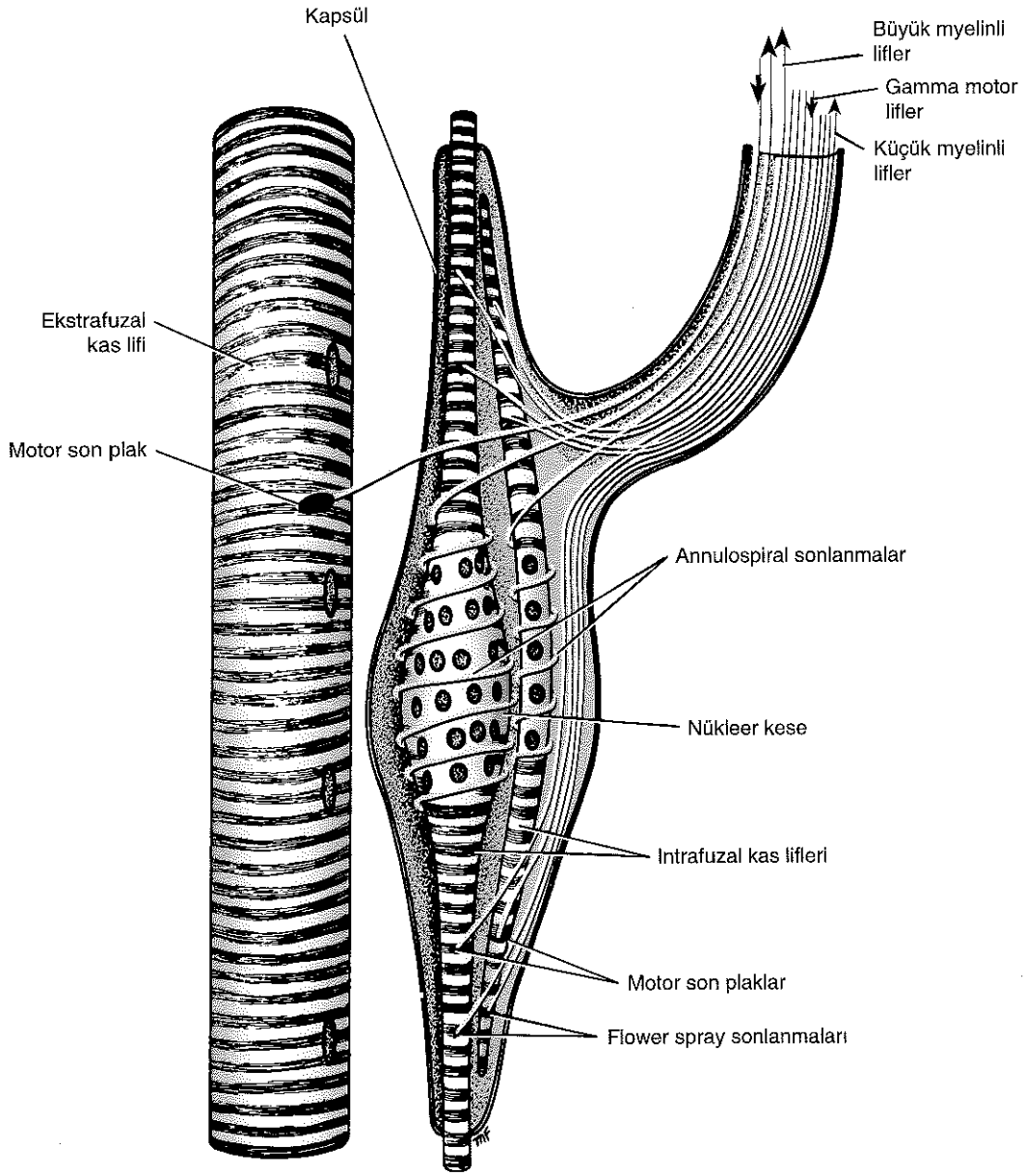
Reseptör potansiyelinin büyüklüğü uyarının gücüyle doğru orantılıdır. Uzun bir süre içinde daha fazla iyon kanalının açılmasıyla, örnek olarak daha güçlü bir mekanik basınç daha zayıf bir basınca göre büyük bir depolarizasyon yaratabilir. Stimüle edici ajan membran reseptörleri ile bağlantılı 6 proteinlerine bağlanınca kemo ve fotoreseptörlerde ikincil mesajcılarla oluşturulan reseptör potansiyelini aktive olur. Eğer bu potansiyel yeterince büyükse afferent sinir lifleriyle MSS'ne taşınacak bir aksiyon potansiyeli oluşturacaktır.

Eklem Reseptörleri

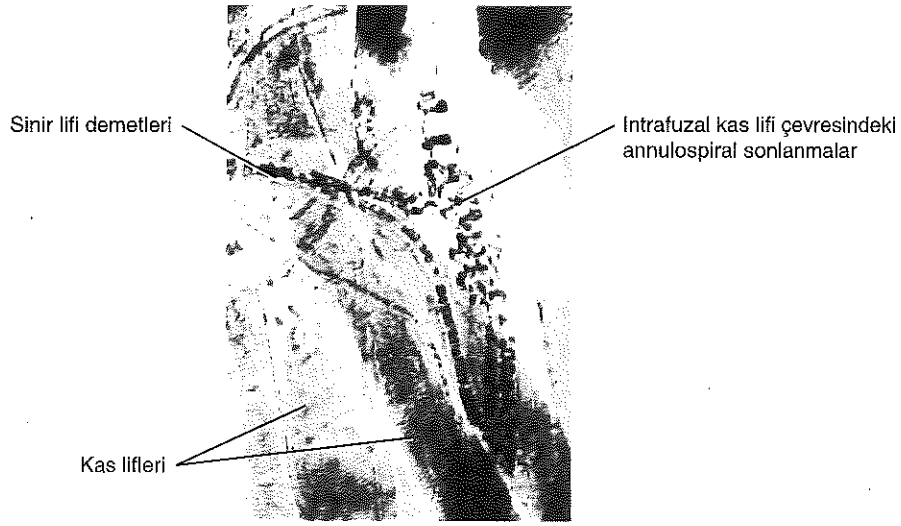
Sinovial tip eklemlerin kapsülünde ve ligament'lerinde dört tip duyusal sonlanma görülür. Bunların üç tanesi bir kapsül ile sarılı olup bunlar Pacinian, Ruffini ve tendon gerilme reseptörlerini andırır. Bunlar eklemin pozisyonu ve hareketleri ile ilgili olan bilgilerden santral sinir sistemini haberdar eder. Dördüncü tipteki sonlanma ise bir kapsül ile sarılı olmayıp, bunun aşırı hareketlere duyarlı olduğu düşünülmektedir. Bu sonlanma ağrı duyusunu taşır.

Nöromuskuler İğcikler

Nöromuskuler veya muskuler iğcikler (Şek. 3-29 ve 3-30) iskelet kasında bulunur ve kasın tendinöz tutunma yeri-



Şekil 3-29 Nükleer kese ve nükleer zincir olmak üzere iki tip intrafuzal kas liflerini gösteren nöromüsküler iğcik.



Şekil 3-30 Nöromüsküler iğin fotomikrografisi.

ne doğru en fazla sayıda görülür. Kas aktivitesinin kontrolu için santral sinir sistemi tarafından kullanılan duyusal bilgileri temin eder. Her bir iğcik yaklaşık 1-4 mm uzunluğunda olup bağ dokusundan oluşan fuziform bir kapsül ile sarılıdır. Kapsülün içerisinde 6-14 tane ince **intrafuzal kas lifi** bulunur. İğciklerin dış tarafında yerleşmiş olan kas lifleri **ekstrafuzal lifler** olarak adlandırılır. İğciklerdeki intrafuzal lifler iki tiptir: **Nukleer kese** (nuclear bag) ve **nukleer zincir lifleri** (nuclear chain). Nükleer kese lifleri ekvator bölgesinde çok sayıda nucleus'un bulunması ile tanınır. Bu çok sayıdaki nucleus'a bağlı olarak genişlemiş olup, aynı zamanda da çapraz çizgilenmeler bu bölgede bulunmaz. Nukleer zincir liflerinde, nucleus'lar ekvator bölgesindeki her lifin merkezinde tek longitudinal bir sıra veya zincir oluştururlar. Nukleer kese lifleri nukleer zincir liflerinden daha geniş çaplıdır. Nukleer kese lifleri ekstrafuzal liflerin endomisyum'una tutunmak için her bir uçta kapsülün dışına kadar uzanırlar.

Kas iğciklerinin iki tip duyusal inervasyonu vardır; annulospiral ve flower spray. **Annulospiral sonlanmalar** intrafusal liflerin ekvatorunda yerleşir. Büyük, myelinli sinir lifi kapsülü delerken myelin kılıfını kaybeder ve çıplak haldeki akson intrafusal liflerin nükleer kese veya zincir kısımlarının etrafında spiral şeklinde döner.

Flower spray sonlanmaları esas olarak ekvator bölgesinin biraz uzağında yerleşmiş olan nükleer zincir liflerinde bulunur. Buradaki myelinli sinir lifi annulospiral sonlanmadakinden biraz daha küçük olup, bu lif kapsülü deler ve myelin kılıfını kaybeder. Çıplak haldeki akson terminal dallarına ayrılır ve varikositeler oluşturarak sonlanır. Bu nedenle çiçeklerin spreyine benzetilir.

Intrafuzal liflerin gerilmesi annulospiral ve flower spray sonlanmalarının uyarılmasına yol açar ve sinir impulsları afferent nöron'lar ile seyrederek medulla spinalis'e gelir.

Intrafuzal liflerin motor inervasyonu ince gamma motor lifler ile sağlanır. Sinirler intrafuzal liflerin her iki ucunda da yerleşmiş bulunan küçük motor son plaklarında sonlanır. Motor sinirlerin uyarılması intrafuzal liflerin her iki ucunda da kasılmaya neden olur ve bu olay duyusal sonlanmaları aktive eder. Birbirini çaprazlayan çizgilenmelerin (cross-striations) bulunmadığı ekvator bölgesi, kontraksiyon yapmaz. Kasın geri kalan kısmının ekstrafuzal lifleri büyük alpha aksonlar ile inerve edilir.

Nöromuskuler İğciklerin Fonksiyonu

Dinlenme durumunda iken kas iğcikleri her zaman afferent sinir impuls'larının ortaya çıkmasına yol açar. Bu bilgilerin pek çoğu bilinçli olarak anlaşılmaz. Aktif veya pasif olarak kas aktivitesi oluştuğunda, intrafuzal lifler gerilir ve afferent nöronlardaki sinir impulslarının medulla spinalis'e veya beyine geçmesinde artış olur. Aynı şekilde, kas aktivitesinin sona ermesine bağlı olarak intrafuzal lifler gevşediğinde sonuç olarak sinir impulslarının medulla spinalis'e veya beyine geçmesinde bir azalma gözlenir. Bundan dolayı, nöromuskuler iğcik, santral sinir sisteminin kas aktivitesinden haberdar olması konusunda çok önemli bir role sahiptir. Aynı zamanda, nöromuskuler iğcik istemli kasların kontrolünü indirekt olarak etkiler.

Gerilme Refleksi (Stretch Reflex)

Basit gerilme refleksinden sorumlu olan medulla spinalis'in nöron'ları şunlardır. Bir kasın gerilmesi kas iğciğindeki intrafuzal liflerin uzamasına, annulospiral ve flower spray sonlanmalarının stimulasyonuna yol açar. Sinir impulsları medulla spinalis'e afferent nöron'lar ile gelir ve medulla spinalis'in gri cevherinin cornu anterior'unda lokalize olmuş olan büyük alfa motor nöron'lar ile sinaps yapar. Sinir impulsları bundan sonra efferent motor sinirler ile iletilir ve ekstrafuzal kas liflerini uyararak kasın kontraksiyonuna yol açar. Bu basit gerilme refleksi afferent nöron ve efferent nöron olmak üzere iki nöron'un bulunmasına bağlıdır. Kas iğciği afferent impuls'ları, an-

togonist kaslar ile ilgili olan alfa motor nöron'ları inhibe eder. Bu etki **resiprokal inhibisyon** olarak isimlendirilir.

Nöromuskuler İğciğin İntrafuzal Liflerinin Kontrolu

Beyinde ve medulla spinalis'de, medulla spinalis'deki gama motor nöron'lar ile sinaps yapan tractus'ların başladığı merkezler vardır. Formatio reticularis, bazal ganglionlar ve cerebellum bunlara örnek olarak verilebilir. Bu merkezler istemli kas aktivitesini önemli ölçüde etkileyebilir. Gama efferent motor lifler intrafuzal liflerin kısalmasına, ekvatorial bölgelerin gerilmesine annulospiral ve flower spray sonlanmaların stimulasyonuna neden olur. Sonuçta bu olaylar daha önceden tanımlanmış olan ekstrafuzal liflerin refleks kontraksiyonunu başlatır.

Bir kasa gelen tüm motor liflerin yaklaşık 1/3' ünün gama efferent'ler olduğu; geri kalan 2/3' ünün ise büyük alfa motor lifler oldukları tahmin edilmektedir. Nükleer kese liflerinin dinamik yanıtlar ile ilgili oldukları, aynı zamanda pozisyon ve kontraksiyonun hızı ile daha fazla ilişkili oldukları sanılmaktadır. Nukleer zincir lifleri ise istemli kasların yavaş statik kasılmaları ile ilgilidir.

Nörotendinöz İğcikler (Golgi Tendon Organları)

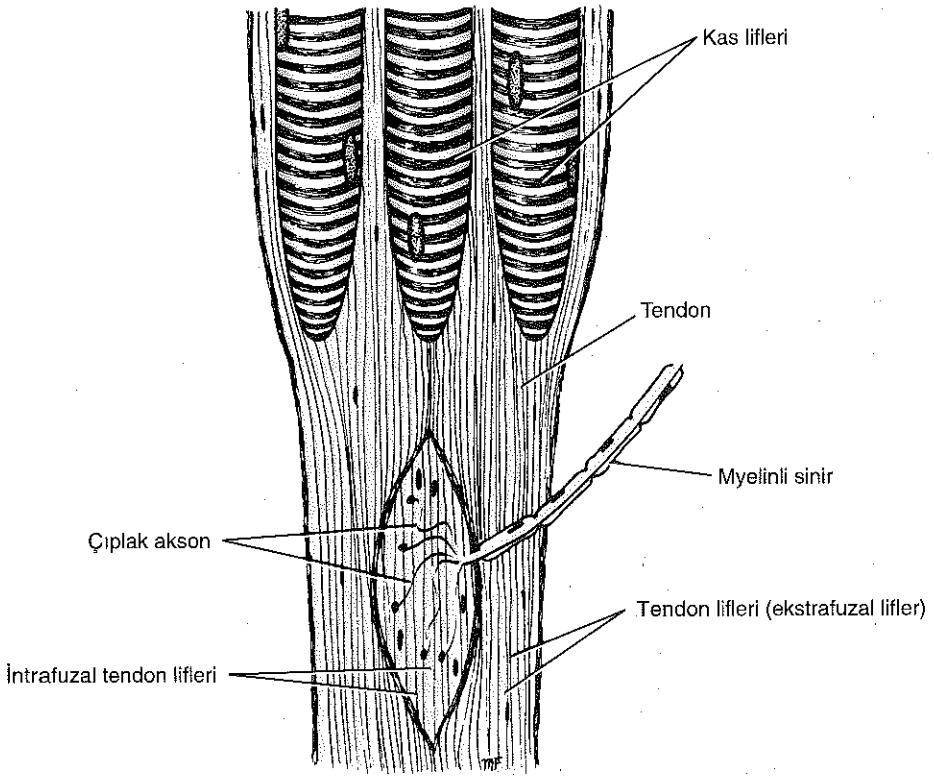
Nörotendinöz iğcikler tendonlarda bulunur ve tendonların kaslar ile birleşim yerlerinin yakınında lokalize olur (Şek.3-31). Her iğciğin fibröz bir kapsülü bulunur. Bu kapsül küçük bir demet halinde bulunan, gevşek olarak düzenlenmiş tendon (kollajen) liflerini (intrafuzal lifler) sarar.

Tendon hücreleri, tendonun başka bir yerinde bulunanlardan daha büyük ve daha fazla sayıdadır. Bir veya daha fazla sayıdaki myelinli duyu lifleri kapsülü deler, myelin kılıfını kaybeder, dallanır ve çomak şekilli sonlanmalar olarak son bulur.

Sinir sonlanmaları; tendona basınç olduğunda, iğciğin içerisinde yer alan ve yakında bulunan tendon liflerinin sıkıştırmaları ile aktive olur. Kasın boyundaki değişikliklere hassas olan nöromusküler iğcikten farklı olarak, nörotendinöz organ kasın gerginliğindeki değişiklikleri değerlendirir.

Nörotendinöz İğciğin Fonksiyonu

Artmış kas gerginliği nörotendinöz iğcikleri uyarır ve artmış sayıdaki sinir impuls'ları afferent sinir lifleri ile medulla spinalis'e gelir. Bu lifler medulla spinalis'in gri cevherinin cornu anterior'unda lokalize olmuş olan büyük alfa motor nöron'lar ile sinaps yapar. Kas iğciği refleksinden farklı olarak, bu refleks inhibe edici karakterdedir ve kas kontraksiyonunu inhibe eder. Bu şekilde, tendon refleksi kasta çok fazla gerilmenin oluşmasına engel olur. Bu fonksiyon muhtemelen koruyucu bir mekanizma olarak önemlidir, fakat bunun asıl fonksiyonu istemli kas aktivitesini etkileyebilecek olan bilgilerden santral sinir sistemini haberdar etmektir.



Şekil 3-31 Nörotendinöz iğcik.

Effektör Sonlanmaları

İskelet Kasının İnervasyonu

İskelet kası bir veya daha fazla sinir tarafından inerve edilir. Ekstremitelerde, baş ve boyunda inervasyon genelde tek sinir ile olur, fakat abdomen duvarında yer alan büyük kaslar birden fazla sinir ile inerve edilir. Abdomen duvarında yer alan bu büyük kaslar embriyonik segmental sinirlerini muhafaza eder.

Bir kasın siniri ile kan damarları, **nörovasküler hilus** adı verilen, ve pozisyonunun sabitlik derecesi değişebilen bir giriş kapısından kasa gelir. Kasa gelen sinir motor ve duyu lifleri içerir. Motor lifler 3 tiptir; (1) büyük alfa myelinli lifler (2) küçük gama myelinli lifler ve (3) ince myelinsiz C lifleri. Alfa ön boynuz hücrelerinin büyük myelinli aksonları kasın asıl kitlesini oluşturan ekstrafuzal lifleri inerve eder. Küçük gama myelinli lifler nöromuskuler iğciklerdeki intrafuzal lifleri inerve eder. İnce myelinsiz lifler ise postganglionik otonomik efferent'ler olup kan damarlarının duvarında yer alan düz kasları inerve eder.

Duyu lifleri 3 ana grupta incelenir. (1) Nöromuskuler iğciklerin annulospiral ve flower spray sonlanmalarından başlayan myelinli lifler. (2) Nörotendinöz iğciklerden başlayan myelinli lifler ve (3) Kastaki bağ dokusunda yer alan çok sayıdaki duyusal sonlanmalardan başlayan myelinli ve myelinsiz lifler.

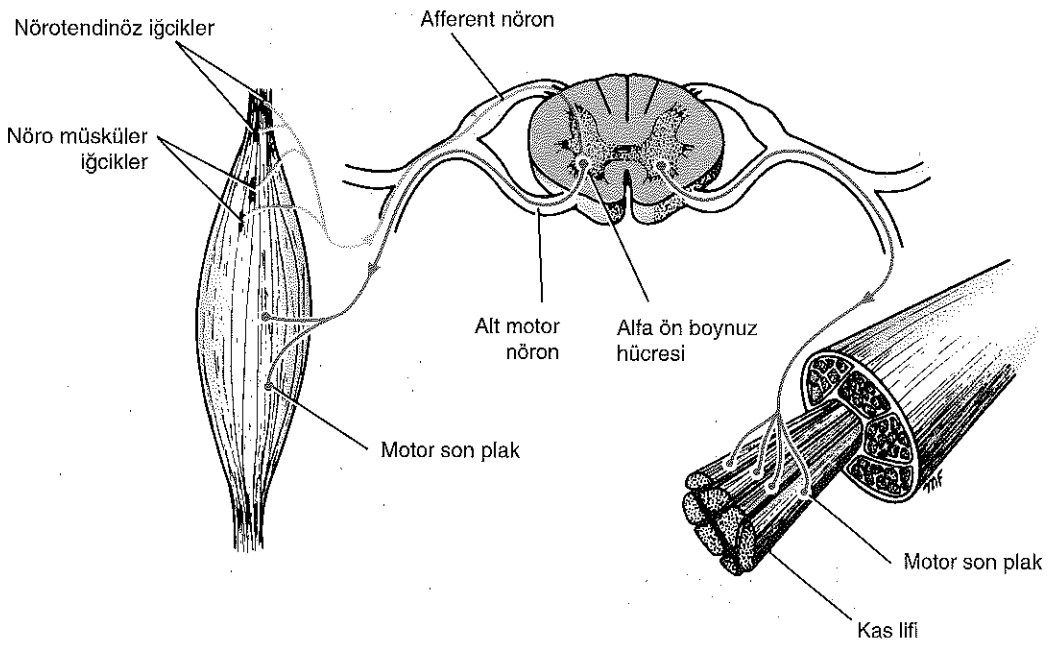
Motor Ünite

Motor ünite, tek bir alfa motor nöron ve bunun inerve ettiği kas lifleri olarak tanımlanabilir (Şek. 3-32). Tek bir motor ünitenin kas lifleri kas boyunca yaygın olarak dağılır. Gözün ekstraoküler kasları veya elin küçük kaslarında olduğu gibi ince ve kesin bir kas kontrolunun gerekli olduğu hallerde, motor üniteler az sayıda kas lifleri içerir. Bununla birlikte, m. gluteus maximus gibi büyük ekstremite kaslarında ince ve kesin bir kas kontrolu gerekli değildir. Bu örnekteki gibi kaslarda ise tek bir motor sinir yüzlerce sayıdaki kas liflerini inerve edebilir.

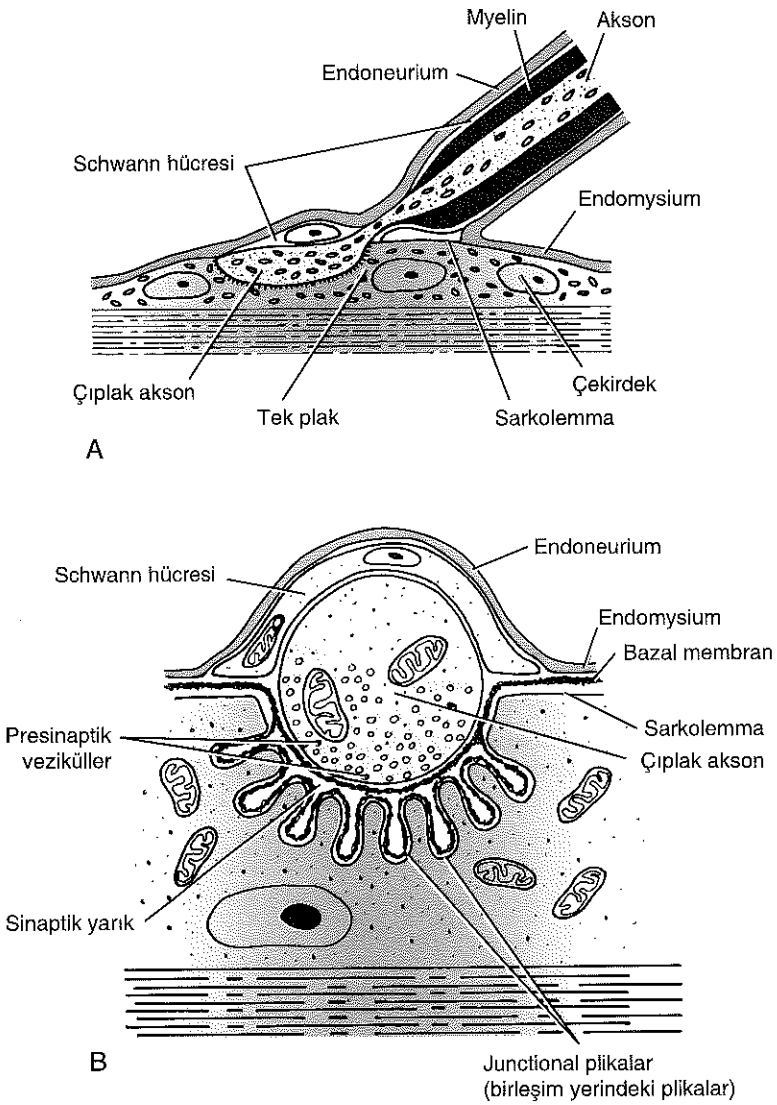
İskelet Kasındaki Sinir-Kas Kavşakları

İskelet kasında bulunan kas lifleri; medulla spinalis'in gri cevherinin ön boynuzunda bulunan veya kranial sinirlerin motor nukleuslarındaki büyük motor nöronların büyük, alfa myelinli sinir lifleri tarafından inerve edilir. Her bir büyük alfa myelinli sinir lifi iskelet kasına girdiğinde çok fazla dallanır. Dallarının sayısı motor ünite'nin büyüklüğüne bağlıdır. Tek bir dal daha sonra bir kas lifinde sonlanır. Bu sonlanma yerine sinir kas kavşağı (**neuromuscular junction** veya **motor son-plak**) adı verilir (Şek. 3-33 ve 3-34).

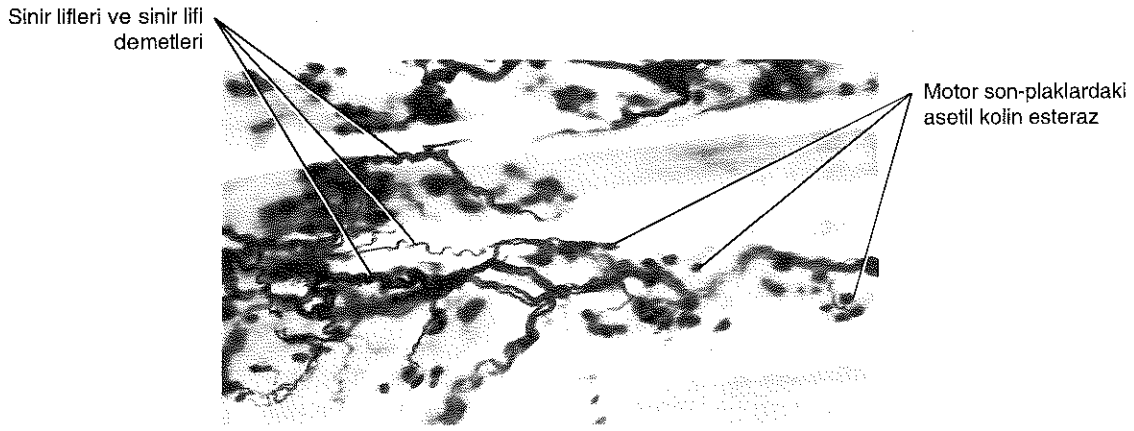
Kas liflerinin büyük bir kısmı tek bir motor son-plak ile inerve edilir. Kas lifine ulaşan sinir myelin kılıfını kay-



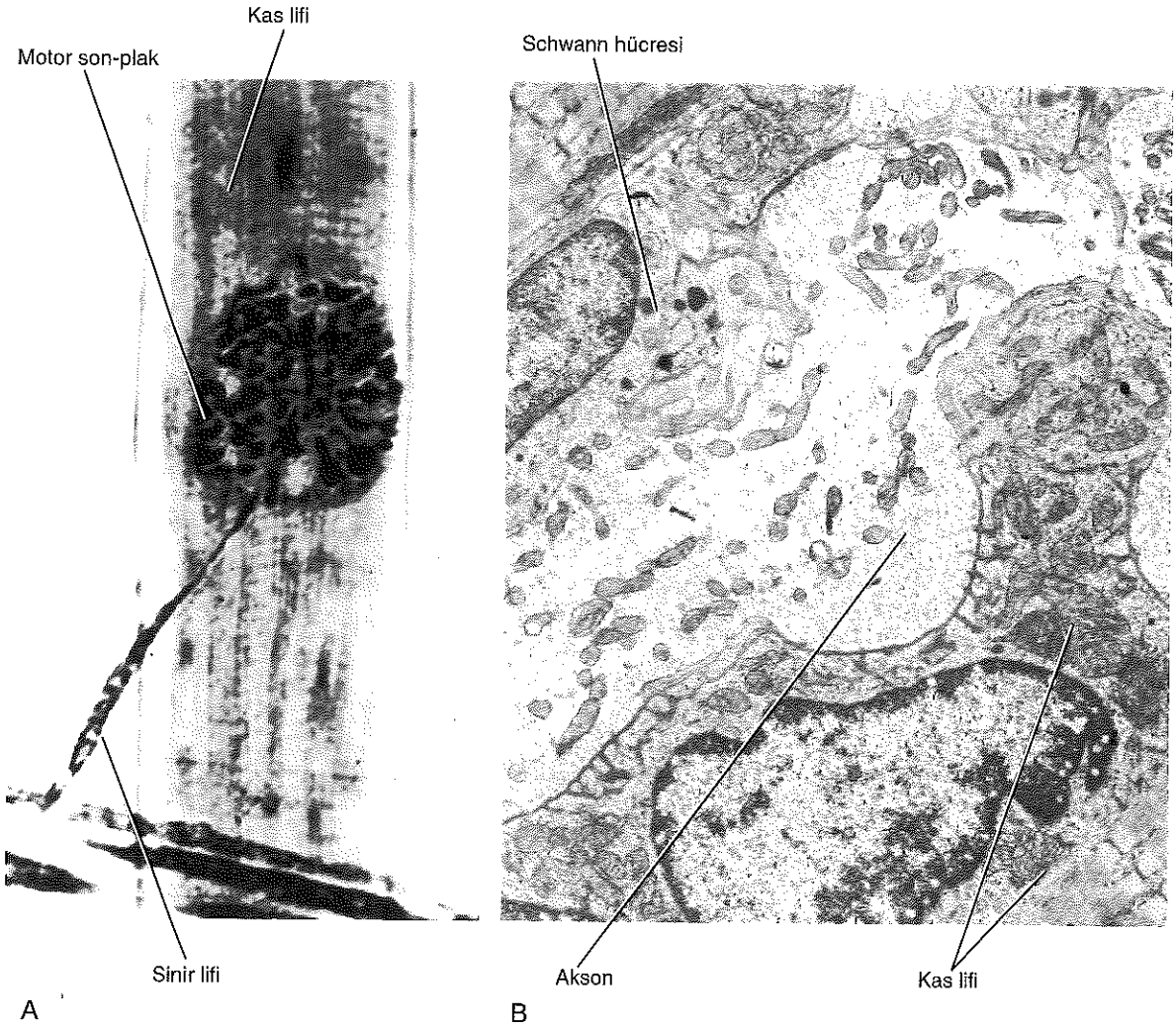
Şekil 3-32 Nöromüsküler iğciklerden ve nörotendinöz iğciklerden çıkan afferent nöron ile hücre yapısı medulla spinalis'deki alfa ön boynuz hücresi olan efferent alt motor nörondan oluşan basit refleks arkı. Efferent nöron'un motor son plaklardaki kas liflerinde sonlandığına dikkat ediniz.



Şekil 3-33 **A:** İskelet kasındaki sinir-kas kavşağı. **B:** Kas lifinin yüzündeki olukta uzanan terminal çıplak aksonu gösteren kas lifinin büyütülmüş görünümü.



Şekil 3-34 Asetil kolin esteraz için histo-kimyasal olarak boyanarak, daha sonra gümüş boyası ile bir kez daha boyanan ve motor son-plaklarındaki iskelet kas liflerinde son bulan sinir liflerini gösteren fotomikrografisi. (Dr. M.J.T. Fizgerald'ın izni ile).

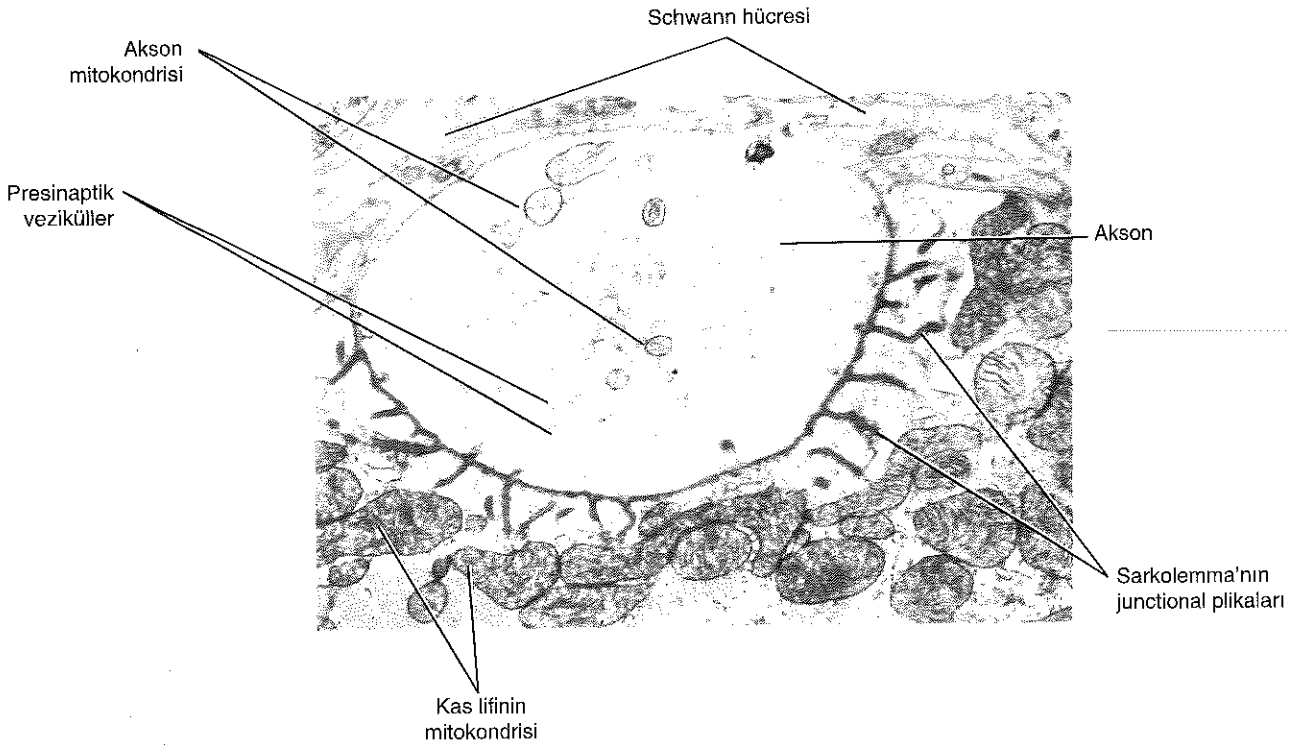


Şekil 3-35 **A:** Sinir lifinin terminal dallara ayrılmasını gösteren motor son plağın fotomikrografisi. **B:** Motor son-plağındaki terminal aksona kas lifinin yüzeyindeki olukta gösteren elektro mikrografisi (Dr. J. M. Kerns'in izni ile).

beder ve dallarına ayrılır. Bu dalların her biri çıplak bir akson olarak sonlanır ve motor son plağın nöral elementini oluşturur (Şek. 3-35). Akson hafifçe genişler ve çok sayıda mitokondri ve veziküller (yaklaşık 45 nm çapında) içerir. Motor son plakta kas lifinin yüzeyi hafifçe yükselerek plağın **muskuler elementini** oluşturur ve bu **tek plak** olarak isimlendirilir (Şek. 3-33). Buradaki yükselme sarkolemma'nın altında granüler sarkoplazmanın lokal olarak toplanmasına ve çok sayıda nucleus ile mitokondri'nin bulunmasına bağlıdır. Mitokondriler; transmitter asetil kolin (ACh)'in sentez edilmesi sırasında gerekli olan enerji kaynağını (ATP) sağlar.

Genişlemiş halde bulunan çıplak akson, kas lifinin yüzeyinde bulunan bir olukta yerleşir. Her bir oluk sarkolemma'nın içeriye doğru katlanması ile oluşur. Oluk birçok defalar dallanabilir ve bu dalların her biri akson'un bir bölümünü içerir. Aksonların gerçekten çıplak halde olduklarının; Schwann hücrelerinin oluğa bir başlık veya tavan oluşturduklarının ve bu hücrelerin oluğa hiç bir zaman girmediklerinin bilinmesi çok önemlidir. Oluğun tabanı sarkolemma tarafından oluşturulur ve sarkolemma burada çok sayıda plikalar (katlantılar) oluşturur. Bu katlantılara **junctional plikalar** adı verilir. Bunlar çıplak haldeki aksonun yakınında bulunan sarkolemma'nın yüzey alanını genişletir (Şek. 3-36).

Aksonun plazma membranı (aksolemma veya presinaptik membran), kas lifinin plazma membranından (sarkolemma veya postsinaptik membran) yaklaşık 30-50 nm. genişliğinde bir aralık ile ayrılır. Buna **sinaptik aralık** adı verilir. Sinaptik aralık aksonun bazal membranı ve kas lifi tarafından doldurulur. (Bkz. Şek. 3-33). Motor son plak sinir lifinin bağ dokusu yapısındaki kılıfı olan endoneurium tarafından güçlendirilir. Endoneurium, kas lifinin bağ dokusu yapısındaki kılıfı olan ve endomysium adı verilen tabaka ile devamlılık gösterir.



Şekil 3-36 Motor son-plağındaki aksonu katlanmış sarkolemma'nın oluğunda gösteren kesitin elektromikrografisi (Dr. J. M. Kerns'in izni ile).

Sinir impulsu (aksiyon potansiyeli), motor son plağın presinaptik membranına ulaştığında, Ca^{2+} kanallarının açılmasına neden olarak Ca^{2+}'nin akson içine girmesini sağlar. Bu olay bazı sinaptik veziküllerin presinaptik membran ile birleşmesini uyarır ve sinaptik aralığa asetil kolin salınımı gerçekleşir. Asetil kolin'in sinaptik aralığa salıverilmesi **ekzositoz** ile gerçekleşir ve daha sonra asetil kolin, bazal membran'lardan hızla difüze olarak postsinaptik membran'ın Na^+ iyonlarına olan geçirgenliğini artırır ve **son plak potansiyeli** adı verilen lokal bir potansiyel oluşur.

Asetilkolin kapılı kanallar açıldığında, post-sinaptik membran kas hücerei içine akan Na^+ (Sodyum) iyonlarına daha geçirgen hale gelir ve son plak potansiyeli olarak adlandırılan lokal bir potansiyel oluşur. (Asetil kolin kaplı kanallar hücre dışına akan K^+ (potasyum) iyonlarınada geçirgendirler, fakat daha az sayıda). Eğer son plak potansiyeli yeterince büyükse, voltaj kapılı kanallar Na^+ için açılır ve aksiyon potansiyeli oluşarak plazma zarının (sarkolemma) yüzeyi boyunca yayılır. Depolarizasyon dalgası kas lifleri içerisinde kasılabilir miyofibrillere T tübülleri sistemi ile taşınır. Buda sarkoplazmik retikulumdan Ca^{++} (kalsiyum) iyonların salınmasına ve sonuç olarak kasın kasılmasına neden olur.

Motor son plaktan salıverilen asetil kolin miktarı sinir son ucundan gelen sinir impuls'larının sayısına bağlıdır. Asetil kolin sinaptik aralığa geçip, post sinaptik zardaki iyon kanalını tetiklediğinde; Asetilkolinesteraz (AChE) enziminin varlığı sebebiyle hızla hidrolize edilir (Şekil 3-34). Bu enzim snaptik aralıktaki bazal zarların tabanındaki ince kollajen liflere bağlı olarak bulunmaktadır. Asetil kolin yaklaşık 1 mili saniye post sinaptik zar ile temas halinde kalır ve kas lifinin yeniden uyarılmasını önlemek için hızla yıkılır. Sinaptik aralıkta asetil kolin konsantrasyonunun düşmesinin ardından iyon kanalları kapanır ve daha çok asetilkolin gelene kadar kapalı kalırlar.

İskelet kası lifinin kontraksiyonu motor sinir terminal'inden gelen sinir impulslarının sıklığı ile kontrol edilir. İstirahat halindeki bir kas lifi motor son plakta küçük ve nadir depolarizasyonlar gösterir. Bu depolarizasyonlar bir aksiyon potansiyeli oluşturamayacak kadar zayıf olup kasın kontraksiyonuna yol açmazlar. Bu zayıf depolarizasyonların sebebi tek bir presinaptik vezikül'den sinaptik aralığa nadir olarak asetil kolin salınımını düşündürmektedir.

Motor sinirin stimülasyonu sonucunda motor son plakta ortaya çıkacak olan olayların sırası şu şekilde özetlenebilir.

Ach→Nikotinik tip Ach reseptörü, Ach'ya bağlı kanallar açılır →Na^+ girişi→Son plak potansiyeli
Son plak potansiyeli (eğer yeterli ise)→Na^+ kanalları açılır→ Na^+ girişi→Son plak potansiyeli
Aksiyon potansiyeli→Ca^{++} salıverilmesinde artış→Kas lifi kontraksiyonu

Asetil kolin'in AChE ile hızlı bir şekilde hidrolizi→ACh kanalarının kapanışı→Kas lifi repolarizasyonu

Asetil kolin ile aynı kimyasal yapıda olan ilaçlar motor son plağın reseptör kısmına ulaştıkları takdirde asetil kolin'in yaptığı değişikliklerin aynılarını yapabilirler ve onun etkisini taklit edebilirler. **Nikotin** ve **karbamilkolin** (carbamylcholine) bu tür ilaçlara örnek olarak söylenebilir. Diğer taraftan, asetil kolin ile aynı kimyasal yapıya sahip olan ilaçlar motor son plağın reseptör kısmına ulaştıklarında, asetil kolin ile ortaya çıkan değişiklikleri yapamazlarsa, bunlar reseptör kısmını kaplayarak asetil kolin girişini bloke ederler. Bu tür ilaçlar asetil kolin ile rekabete girerler ve bunlara **competitive (kompetitif) bloke** edici ajanlar adı verilir. Bu tür ilaçlara örnek olarak **d-tubocurarine (d-tubokürarin)** verilebilir. D-tubokurarin, lokal olarak yapılan asetil kolin'in etkisini engelleyerek iskelet kasının gevşek halde bulunmasına ve kontraksiyon yapamamasına neden olur (Bkz. s. 116).

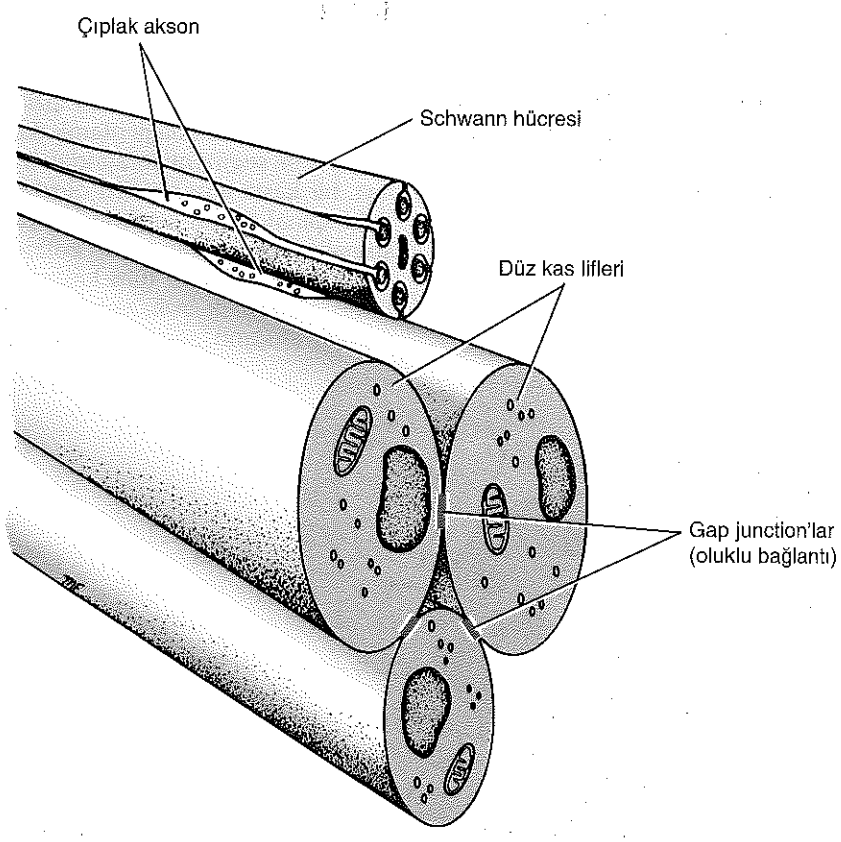
Düz Kastaki Sinir Kas Kavşakları

Barsak duvarındaki gibi, hareketin yavaş ve yaygın olduğu düz kasta otonom sinir sistemine ait olan lifler yaygın olarak dallanır ve bu sayede tek bir nöron çok sayıdaki kas lifini kontrol eder. Bazı alanlarda örneğin, barsaklarda yer alan düz kasın longitudinal tabakasında çok az sayıda kas lifleri otonomik sonlanmalar ile ilişkilidir. Bunlarda kontraksiyon dalgası bir kas hücresinden diğerine gap junction'lar (oluklu bağlantı) ile geçer (Şek. 3-37).

İris'deki gibi hareketin sürat ve doğruluk gerektirdiği düz kasta sinir liflerinin dallanması daha az olup, bunlarda tek bir nöron çok az sayıdaki kas lifini kontrol eder.

Postganglionik otonomik sinir lifleri myelinsiz olup bir seri genişlemiş dallar halinde sonlanır. Akson ile kas lifi arasında 10-100 nm'lik bir aralık bulunabilir. Geçiş bölgesinde, schwann hücresi geriye doğru çekilir ve böylece akson bunun yüzeyindeki sığ bir çukurda yerleşir (Bkz. Şek. 3-37). Bu nedenle, akson'un bir kısmı çıplak halde olup, akson'dan kas hücresine transmitter maddenin serbestçe difüzyonuna izin verir (Bkz. Şek. 3-37). Burada aksoplazma, iskelet kasının motor son plağında görüldüğü gibi çok sayıda vezikül içerir.

Düz kas, otonom sinir sisteminin sempatik ve parasempatik kısımları tarafından inerve edilir. Kolinerjik olan sinirler ekzositoz ile son uçlarından asetil kolin açığa çıkarır. Asetil kolin sinir son ucundaki veziküllerde



Şekil 3-37 Otonomik nöromüsküler kavşak. Açığa çıkan aksonlar düz kas liflerine yakın bulunmaktadır.

bulunur. Noradrenerjik olan sinirler ekzositoz ile son uçlarından **norepinefrin** açığa çıkarır. Norepinefrin sinir son ucundaki koyu özlü veziküllerde bulunur. Hem asetil kolin, hem de norepinefrin uyarılmış olan kas liflerini depolarize eder ve böylece kontraksiyon olayı gerçekleşir. Bu nörotransmitter maddelerin akibeti değişiklik gösterir. Asetil kolin kas lifinin sarkolemma'sında yer alan asetil kolin esteraz enziminin mevcudiyetinde hidrolize olur. Norepinefrin ise sinir son uçları tarafından alınır. Vücudun bazı bölgelelerinde (örnek: Bronkial kas) postganglionik sempatik sinir liflerinden açığa çıkan norepinefrin düz kasın gevşemesini sağlar; buna dikkat edilmelidir.

Kalp Kasındaki Sinir Kas Kavşakları

Myelinsiz olan postganglionik otonom sinirler kas lifleri arasında yer alan bağ dokusuna ulaşır ve kalp kası liflerine çok yakın olarak sonlanır. Geçişin olduğu bölgede, schwann hücresinin geriye doğru çekilmesine bağlı olarak akson çıplak hale gelir. Bu olay aksondan kas lifine nörotransmitter maddenin serbestçe difüzyonuna izin verir. Kas lifleri arasında aralıklı desmozomların ve gap junction'ların bulunmasına bağlı olarak, bir kas lifinin uyarılması ve kasılması bir liften diğerine hızlı bir şekilde yayılır.

Bezlerin Sekretuar Hücrelerindeki Sinir Sonlanmaları

Myelinsiz olan postganglionik otonom sinirler bezlerin bağ dokusuna ulaşır ve sekretuar hücrelerin yakınında dallanır (Şek. 3-38). Pekçok bezde, sinir liflerinin sadece kan damarlarını inerve ettikleri bildirilmiştir.

Derinin Segmental İnervasyonu

Tek bir spinal sinir tarafından inerve edilen deri bölgesi ve bundan dolayı da medulla spinalis'in tek bir segmenti **dermatom** olarak isimlendirilir. Gövdede dermatomlar posterior'dan anterior median planum'a doğru vücudun çevresinde uzanır. Komşu dermatomlar bir miktar üst üste gelebilir Buna bağlı olarak; bir bölgede tam bir anestezi sağlamak için en azından birbirini takip eden 3 spinal sinirin kesilmesi gerekir. Tactile duyu kaybının bulunduğu alan her zaman ağri ve ısı duyuları kaybının bulunduğu alandan daha geniştir. Bu farklılığın nedeni ağrı ve ısı duyularını taşıyan liflerin üst üste gelmelerinin derecesi, tactile duyuları taşıyan liflerin üst üste gelmelerinden çok daha geniştir. Vücudun anterior ve posterior yüzlerinin dermatom haritaları Şekil 3-39 ve 3-40'da gösterilmiştir.

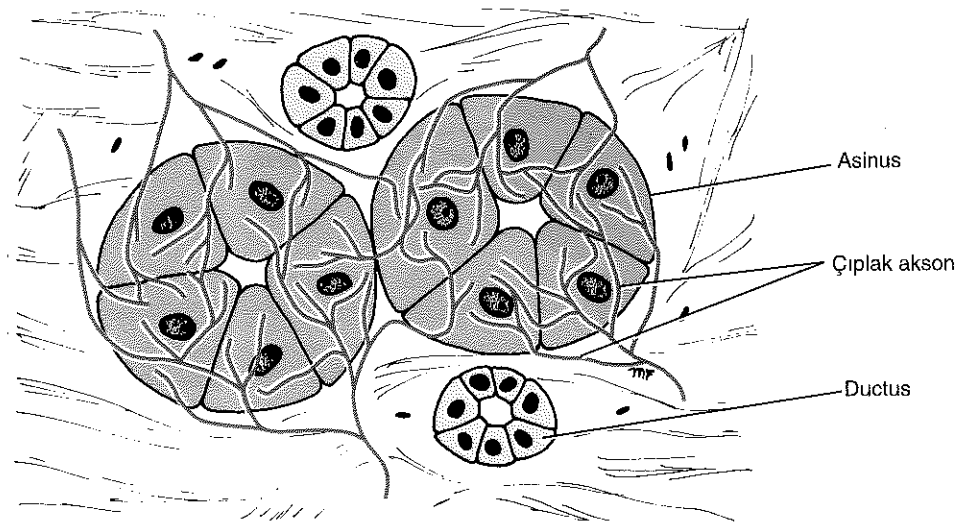
Ekstremitelerde dermatomların düzenlenmesi daha komplikedir. Bunun nedeni embriyolojik olup, ekstremitelerin gövdeden çıkışları sırasında yaptıkları rotasyona bağlıdır. (Detaylı bilgi için, bkz. Şek. 3-39 ve 3-40).

Yüz bölgesinde, n. trigeminus'un dalları deride kesin sınırlarla ayrılmış olan bölgeleri inerve eder. Bu dalların inerve ettikleri deri bölgeleri arasında üst üste gelme ya çok az ya da hiç yoktur.

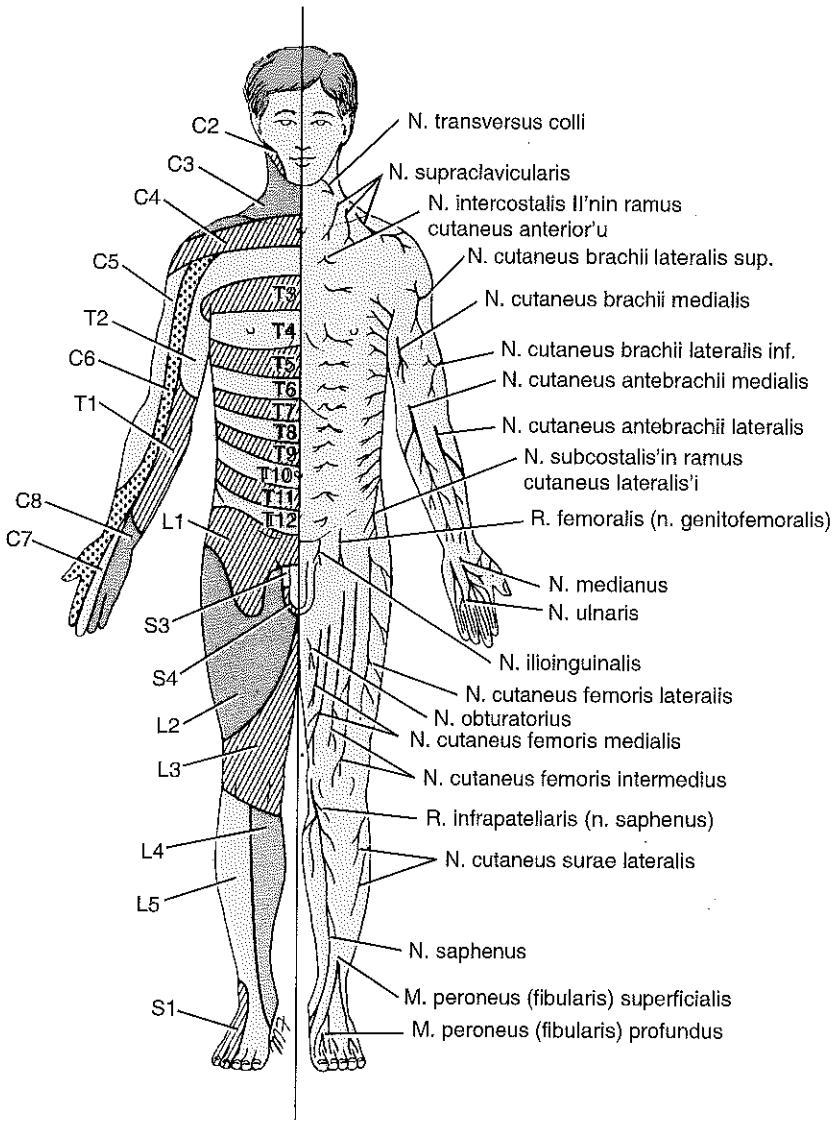
Kasların Segmental İnervasyonu

İskelet kasının da segmental inervasyonu vardır. Bu kasların büyük bir kısmı birden fazla spinal sinir tarafından inerve edilir Buna bağlı olarak da medulla spinalis'in aynı sayıdaki segmenti tarafından inerve edilir. Bundan dolayı, bir kasta tam paralizi oluşturabilmek için çok sayıdaki spinal sinirin kesilmesi veya çok sayıdaki medulla spinalis segmentinin harap edilmesi gerekir.

Vücutta bulunan tüm kasların segmental inervasyonunu öğrenmek imkansızdır. Bununla birlikte, aşağıda yazılan kasların segmental inervasyonlarının bilinmesi



Şekil 3-38 Glanduler asiniler çevresinde son bulan sinir lifleri.



Şekil 3-39 Sol tarafta deri sinirlerinin, sağ tarafta dermatomların dağılımını gösteren vücudun önden görünümü.

gerekir. Bunun nedeni, hastada basit kas reflekslerini inceleyerek bu kasların segmental inervasyonlarının test edilebilmesidir (Şek. 3-41):

Biceps brachii kasının tendon refleksi: C5-**6** (m. biceps brachii'nin tendonuna refleks çekici ile vurulduğunda, dirsek ekleminin fleksiyon yapması).

Triceps brachii tendon refleksi: C6-**7**, ve **8** (m. triceps brachii'nin tendonuna refleks çekici ile vurulduğunda, dirsek ekleminin ekstansiyon yapması).

Brachioradialis kasının tendon refleksi: C5-**6** ve 7 (m. brachioradialis'in tendonunun sonlanma yerine refleks çekici ile vurulduğunda articulatio radioulnaris'in supinasyon yapması.

Abdominal yüzeyel refleksler: (Deriye darbe vurulduğunda altta yer alan abdomen kaslarının kontraksiyonu). Üst abdominal deri T6-7; orta abdominal deri T8-9; alt abdominal deri T10-12.

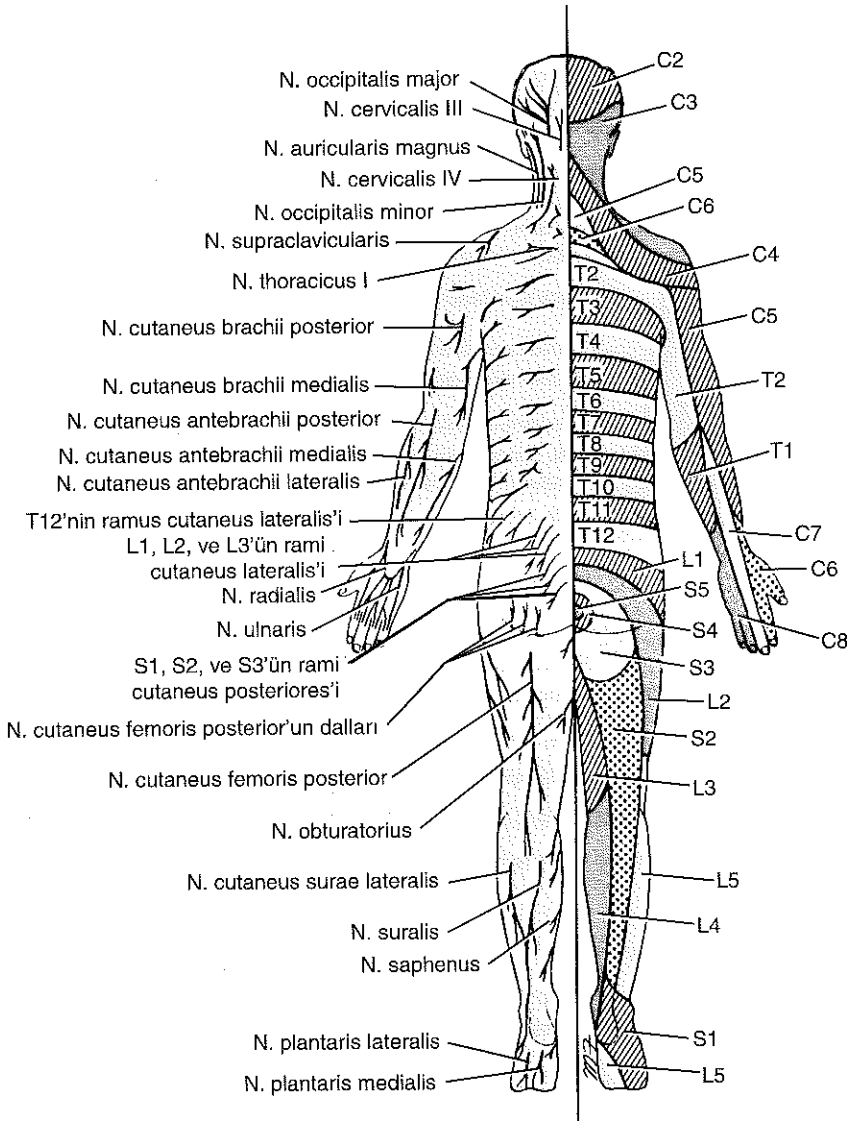
Patellar tendon refleksi: L2,**3** ve **4** (patellar tendona refleks çekici ile vurulduğunda diz ekleminin ekstansiyon yapması).

Achilles tendonu refleksi: S1 ve 2 (Achilles tendonuna -tendo calcaneus- bir refleks çekici ile vurulduğunda ayak bileği ekleminde plantar fleksiyon yapılması).

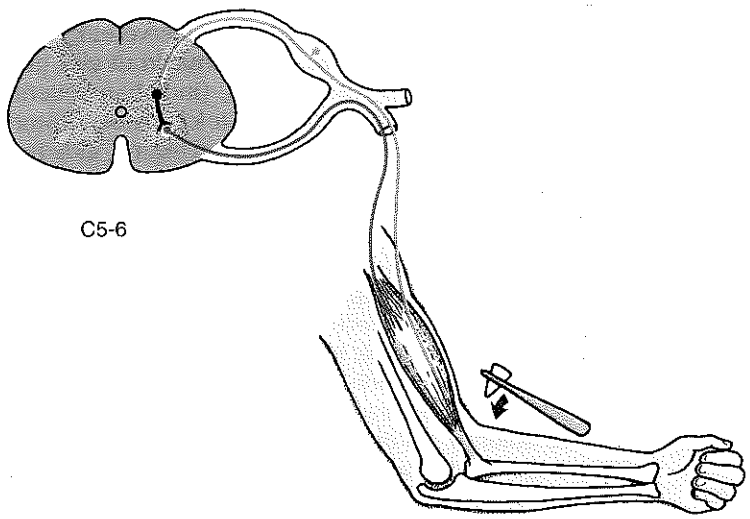
Kas Tonusu ve Kas Hareketi

Motor ünite medulla spinalis'in gri cevherinin cornu anterius'unda bulunan bir nöronu ve bunun inerve ettiği tüm kas liflerini içerir (Şek. 3-42). M. gluteus maximus gibi, gluteal bölgede bulunan büyük bir kasta, (ince hareketlerin kontrolunun gerekli olmadığı bir kas), tek bir motor nöron 200 kadar kas lifini inerve edebilir. Bunun aksine, elde bulunan küçük kaslar veya göz küresinin ekstrensek kasları gibi ince hareketin kontrolunun gerekli olduğu kaslarda tek bir sinir lifi çok az sayıda kas lifini inerve eder.

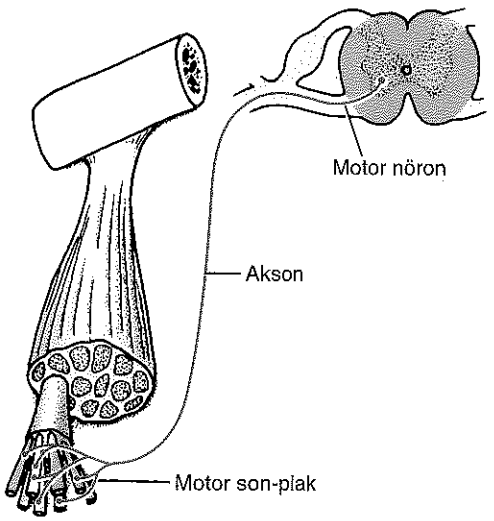
Tüm iskelet kasları dinlenim durumunda iken bir miktar kontraksiyona sahiptir. Bu durum **kas tonusu** olarak isimlendirilir. Ara bir evrenin bulunmaması nedeniyle, kas lifleri ya tam olarak kontraksiyon yapmış konumda, ya da gevşek konumda bulunurlar. Bir kasta yer alan az sayıdaki kas lifi her zaman tam kontraksiyon yapmış konumda bulunur. Bu durumu sağlamak ve kas yorgunluğuna engel olmak amacıyla motor ünitelerin değişik grupları ve dolayısıyla da değişik grup kas lifleri değişik



Şekil 3-40 Sol tarafta deri sinirlerinin, sağ tarafta dermatomların dağılımını gösteren vücudun arkadan görünümü.



Şekil 3-41 Biceps brachii tendon refleksi. Refleks arkının, medulla spinalis'in beşinci ve altıncı servikal segmentlerinden geçtiğine dikkat ediniz. Internuncial nöronun (siyah) olmadığı durumlarda, bu genellikle monosinaptiktir (bkz. Sayfa 103).



Şekil 3-42 Motor ünitenin kısımları.

zamanlarda fonksiyon görür. Bu olay medulla spinalis'in gri cevherinde cornu anterior'da bulunan motor nöron'larin sinir impuls'larını eş zamanlı olmayarak salıvermelerine bağlı olarak gerçekleşir.

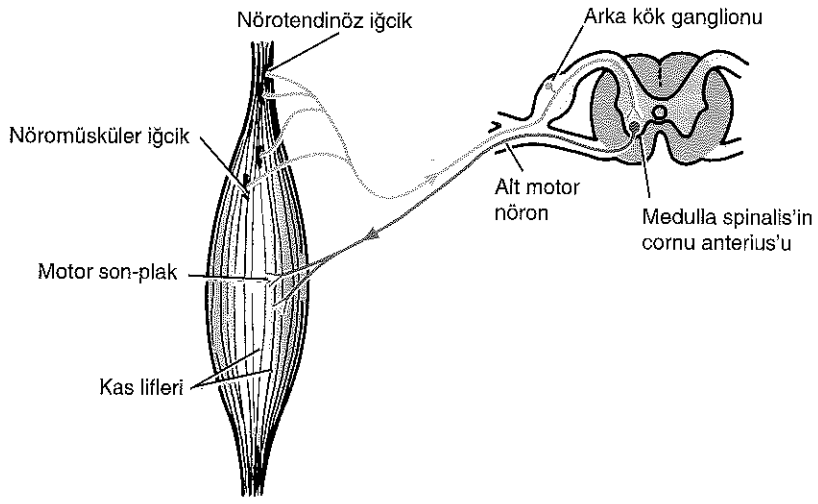
Temel olarak, kas tonusu sinir sisteminde bulunan 2 nöron'dan oluşan basit bir monosinaptik refleks arkının bütünlüğüne bağlıdır (Şek. 3-43). Bir kastaki uzama ve kısalma **kas iğcikleri** adı verilen hassas duyusal sonlanmalar ile değerlendirilir (Bkz. s. 93). Bir kastaki gerilme ise **tendon iğcikleri** ile tetkik edilir (Bkz. s. 94). Sinir impulsları medulla spinalis'e büyük afferent lifler ile gelir. Burada, cornu anterior'da lokalize olmuş olan motor nöron'lar ile sinaps yaparlar ve bunlar sonuçta aksonları aracılığı ile kas liflerine impuls gönderirler (Bkz. Şek. 3-43). Kas iğcikleri küçük gamma efferent lifler ile inerve edilirler ve bunlar dışarıdan uygulanan gerilme uyarısına sinerjist olarak hareket ederek kas iğciklerinin cevaplarını düzenler. Bu şekilde kas tonusu refleks olarak sağlanır ve postür ile hareketlerin ihtiyacına göre düzenlenir.

Refleks arkının afferent ve efferent yolları kesilecek olursa, kas hemen tonusunu kaybeder ve flaccid hale gelir. Flaccid bir kas palpasyonda hamur gibi hissedilir ve direncini tamamen kaybeder. Bu kasta hızlı bir şekilde atrofi gelişir ve kasın hacmi azalır. Medulla spinalis'in cornu anterior'unda bulunan motor hücrelerin aktivite derecesi ve buna bağlı olarak da kas tonusunun derecesi, sinir sisteminde bulunan diğer nöron'lardan bu motor hücrelerin aldıkları sinir impuls'larının summasyonuna (toplamına) bağlıdır.

Kas hareketi; artan sayıdaki motor üniteleri harekete geçirmek ve aynı zamanda da hareketin antagonisti olarak çalışan kasların motor ünitelerinin aktivitesini azaltarak başarılır. Maksimum gayretin gerekli olduğu durumlarda, bir kasın bütün motor üniteleri harekete geçirilir.

Motor Ünitelerin Summasyonu (Toplanması)

Bir kas kasılmaya başladığında, küçük olan motor üniteler ilk olarak uyarılır. Bunun nedeni; küçük motor ünitelerin medulla spinalis'deki ve beyin sakındaki küçük nöron'lar ile inerve olmalarıdır. Bu küçük motor ünitelerin uyarılma



Şekil 3-43 Nöromüsküler iğciklerden ve nörotendinöz iğciklerden çıkan afferent nöron ile hücre gövdesi medulla spinalis'in cornu anterius'u olan efferent nörondan oluşan basit refleks arkı. Kolaylık olması amacıyla nörotendinöz iğcik ve nöromüsküler iğcikten çıkan afferent liflerin tek bir yoldan çıkıyor gibi gösterilmiş olmasına karşın, gerçekte nörotendinöz reseptörün inhibitör olup tonusunun azaldığı, nöromüsküler iğciğin ise eksitatör olup tonsunun arttığına dikkat ediniz.

(eksitabilite) eşikleri de düşüktür. Kontraksiyon arttığında, progresif olarak daha büyük olan motor üniteler harekete geçer. Bu fenomen kas kontraksiyon yaptığında kasın kuvvetinde kademeli olarak bir artışa neden olur.

Kas Yorgunluğu

Uzamış kuvvetli bir kontraksiyona bağlı olarak, bir kasın kuvvetinin progressif olarak kaybolması; kas liflerinde bulunan adenozin trifosfat (ATP) miktarının azalmasına bağlıdır. Sinir impuls'ları sinir kas kavşağından çıkmaya devam eder ve kas lifinin plazma membranının normal depolarizasyonu gerçekleşir.

Postür

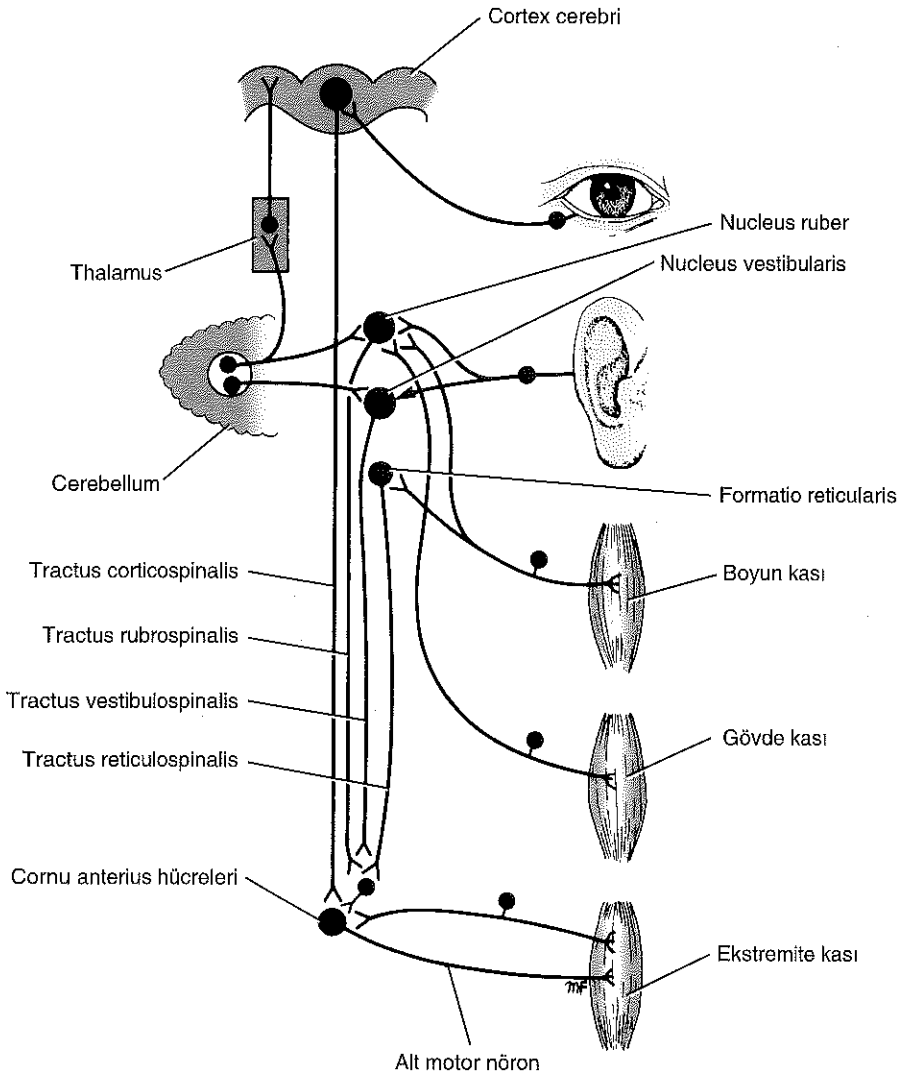
Postür, içinde bulunulan çevreye bağlı olarak kişinin pozisyonunu edinmesi olarak tarif edilebilir. Ayakta durur iken, yerçekimi çizgisi axis'in odontoid process (dens axis)'inden, kalça ekleminin merkezinin arkasından ve diz ile ayak bileği eklemlerinin merkezinin ön tarafından geçer (Şek. 3-44). Vücudu sabitlemek ve vücudun yıkılmasına engel olmak için, insanlarda antigravite kaslarının (yer çekimine karşı yönde fonksiyon gören kasların) iyi gelişmiş olmaları ve en yüksek derecede tonusa sahip olmaları şaşırtıcı değildir. Buna bağlı olarak postürün kas tonusunun derecesine ve dağılımına bağlı olduğunu söyleyebiliriz. Bu da sonuçta medulla spinalis'de merkezi bulunan basit refleks arklarının normalde bütünlüğüne bağlıdır.

Bir birey, belirgin bir postür'ü çok az yorgunluk belirtileri göstererek uzun bir süre (oturmak veya ayakta durmak gibi) devam ettirebilir. Bunun nedeni kas tonusunun aralıklı olarak kasılan değişik grup kas lifleri tarafından sağlanması ve herhangi bir zamanda bir kasta bulunan kas liflerinin çok azının kontraksiyon halinde olmalarıdır. Aktif kas lifi grupları kas boyunca dağılmış olarak bulunur.

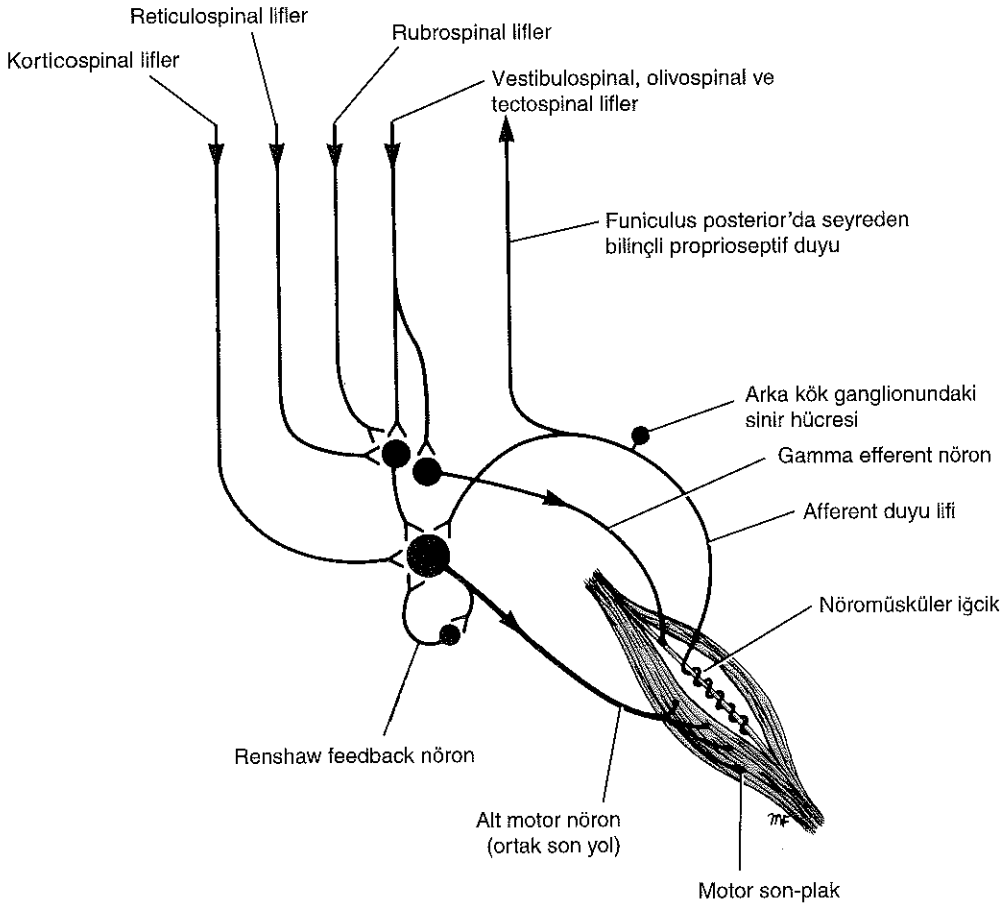
Postürün sağlanabilmesi için, kas tonusunun bağımlı olduğu basit kas refleksinin sinir sisteminin daha üst seviyelerinden uygun sinirsel uyarıları alması gerekir (Şek. 3-45). Örneğin, labyrinthus'dan ve boyun kaslarından gelen impuls'lar; cerebellum, mesencephalon ve serebral merkezlerden gelen bilgiler, diğer kas gruplarından, eklemlerden ve hatta derideki reseptörlerden gelen genel bilgiler, kas liflerini kontrol eden cornu anterius'daki büyük hücreler (ör. final common pathway/son ortak yol gibi) tarafından değerlendirilerek sinir impulsları ortaya çıkar.

Birey belirli bir postürü almak istediğinde, bu postür durumunu kontrol eden kasların tonusu sürekli olarak ince düzenlenmeler ile ayarlanır ve böylece postür sağlanmış olur. Normal postür refleks arkının bütünlüğünün yanında, sinir sisteminde bulunan diğer nöronlardan cornu anterius'da bulunan motor hücrelerin aldıkları sinir impulslarının toplanmasına da bağlıdır (Şek. 3-46). Medulla spinalis'in gri cevherindeki cornu anterius'da bulunan hücrelere çeşitli bilgilerin gelmesi ile ilgili olan değişik sinir yollarının detayları Bölüm 4'de anlatılmıştır.

Şekil 3-44 İskeletin yerçekimi eksenini gösteren yandan görünüm. Vücut ağırlığının büyük bir kısmının columna vertebralis'in ön tarafında olması nedeni ile, ayakta iken columna vertebralis normal postür kavislerinin korunabilmesi için derin sırt kasları önemlidir.



Şekil 3-45 Santral sinir sisteminin üst merkezlerinden gelen sinirsel uyarı. Bu uyarı medulla spinalis'in gri cevherinin cornu anterius'unda bulunan nöronların aktivitesini etkileyebilir.



Şekil 3-46 İskelet kasının normal postural tonusu; refleks arkının bütünlüğü ile birlikte, sinir sistemindeki diğer nöronlardan medulla spinalis'in gri cevherinin cornu anterius'unda bulunan motor nöronlara gelen uyarıların summasyonuna da bağlıdır.

KLİNİK BİLGİLER

Nöronların Hasara Yanıtı

Bir nöronun sitoplazmasının yaşam süresi, dolaylı da olsa o hücrenin çekirdeğine bağlıdır. Çekirdek, hücre uzantıları içinden geçen proteinlerin sentezinde bir anahtar rolü oynar ve hücre aktivitesiyle metabolize olan proteinlerin yerini değiştirir. Bu nedenle akson ve dendritlerin sitoplazması, bu çıkıntıların nöronun gövdesinden ayrılmaları durumunda hızla dejenerasyona uğrayacaktır.

Sinir Hücre Gövdesinin Hasarlanması

Sinir hücresi gövdesinin travma, kanama ya da hastalık nedeniyle oluşan ciddi hasarları dendritleri ve sinaptik sonlanmaları da dahil olmak üzere bütün nöronun dejenerasyonu ile sonuçlanabilir. Beyinde ve omurilikte nöronal yıkıntılar ve miyelin parçaları (çıkıntılar miyelin kılıf içeriyorsa) mikroglia hücreleri tarafından kuşatılır ve fagosite edilir. Daha sonra komşu astrositler prolifere olurlar ve nöron skar dokusu ile yer değiştirir.

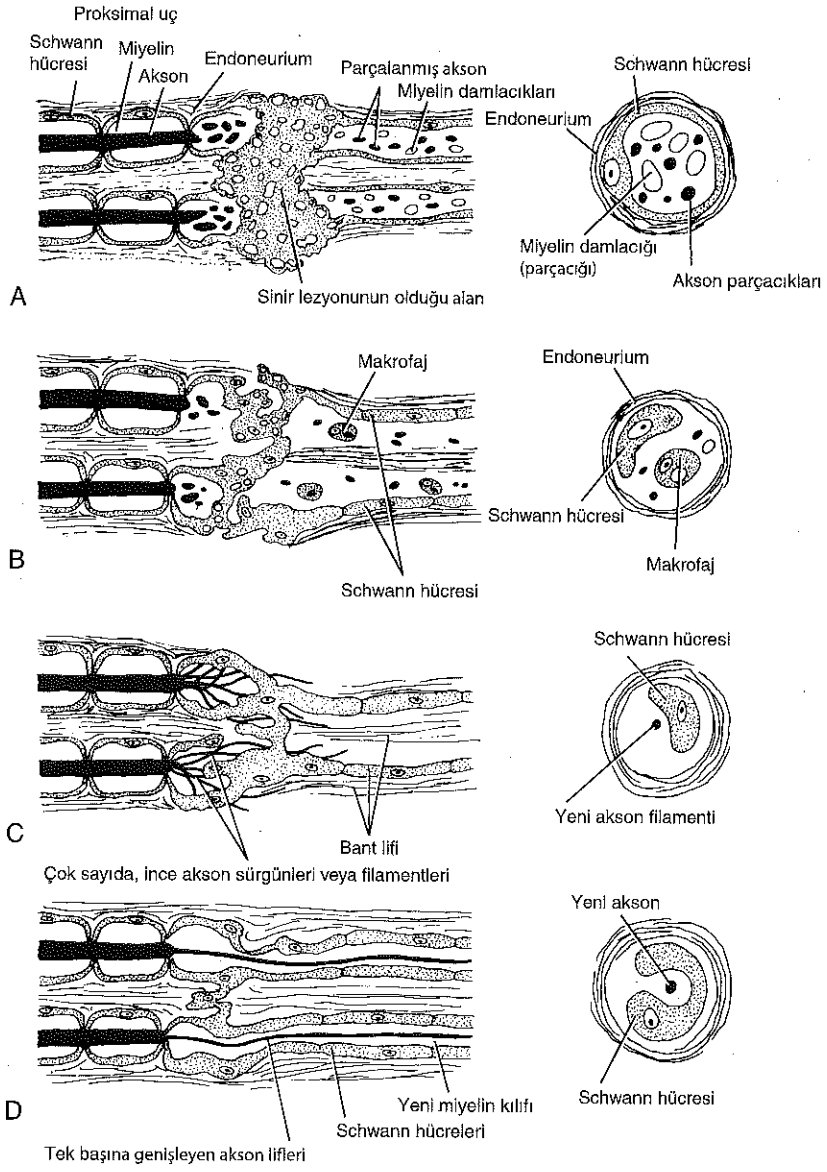
Periferik sinir sisteminde doku makrofajları yıkıntıları kaldırır ve lokal fibroblastlar aracılığı ile nöronun yerini skar dokusu alır.

Sinir Hücresi Çıkıntısının Hasarlanması

Bir sinir hücresi aksonunun kesilmesi durumunda (1) hücre gövdesinden kopan distal segmentte, (2) aksonun lezyonun proksimalindeki bir bölümünde, ve (3) muhtemelen aksonun ayrıldığı hücre gövdesinde dejeneratif değişiklikler oluşacaktır.

Aksonun Distal Segmentindeki Değişiklikler

Lezyon alanından distale doğru yayılan değişiklikler ve onun sonuçlarını içeren tüm gelişmeler (Şek. 3-47) **walleriyan dejenerasyonu** ismini alır. Periferik sinir sisteminde, ak-



Şekil 3-47 **A–D:** Bölünmüş bir sinirde dejenerasyon ve rejenerasyon.

son birinci günde şişer ve düzensizleşir, üçüncü-dördüncü günlerde akson parçalara ayrılır (Bkz. Şek. 3-47) ve yıkıntılar çevrede yer alan Schwann hücreleri ile doku makrofajları tarafından sindirilir. Aksonun tamamı bir hafta içinde tahrip olur.

Aynı dönemde, miyelin kılıfı yavaşça parçalanır ve lipid damlacıkları Schwann hücre sitoplazmasında görülmeye başlar (Bkz. Şek. 3-47). Daha sonra damlacıklar, Schwann hücresinden dışarı çıkartılır ve sonuç olarak doku makrofajlarınca fagosite edilir. Schwann hücreleri hızla prolifere olmaya başlar ve bazal membranın kalan kısmı içinde paralel kordonlar şeklinde düzenlenir. Endonöral kılıf ve Schwann hücrelerini içeren kordonlar bazen bir **bant lifi** olarak isimlendirilir. Eğer rejenerasyon oluşmazsa, akson ve Schwann hücreleri lokal fibroblastlar tarafından üretilen fibröz doku ile yer değiştirir.

Merkezi sinir sisteminde aksonların ve miyelin kılıfların dejenerasyonu benzeri bir yol izler ve mikroglia hücrelerinin fagositik aktivitesi ile yıkıntılar ortadan kaldırılır. Oligodendrositlerin bu işlemdeki fonksiyonu hakkında çok az bilgi vardır. Astrositler prolifere olurlar ve aksonun yerini alırlar.

Aksonun Proksimal Segmentindeki Değişiklikler

Aksonun proksimal segmentindeki değişiklikler distal segmentde görülene benzer (Bkz. Şek. 3-47), ancak lezyondan itibaren proksimal yöndeki ilk Ranvier düğümüne kadar uzanır. Periferik sinirlerde Schwann hücrelerinin proliferatif kordonları endonöral tüplerin kesit yüzlerinde tümsek oluştururlar.

Aksonun Orijin Aldığı Sinir Hücresi Gövdesindeki Değişiklikler

Aksondaki bir hasarı takiben hücre gövdesinde ortaya çıkan değişiklikler **retrograd dejenerasyon** olarak kabul edilir; aksonun proksimal segmentinde oluşan değişiklikler genellikle bu başlık altında incelenir.

Hücre gövdesindeki en tipik değişiklik, hasarı takip eden ilk iki gün içinde oluşur ve iki hafta içinde maksimuma ulaşır. Nissl cismi ince, granüler bir hal alır (Şek. 3-48 ve 3-49) ve **chromatolysis** olarak bilinen bir işlemle sitoplazmada dağılır. Kromatolizis akson tomurcuğunun yakınından başlar ve hücre gövdesinin bütün bölümlerine yayılır. Ayrıca, çekirdek merkezi konumunu değiştirerek hücrenin periferine doğru hareket eder ve hücre gövdesi şişerek yuvarlaklaşır (Bkz. Şek. 3-49). Kromatolizisin ve hücredeki yuvarlaklaşmanın derecesi, aksondaki hasar hücre gövdesine yakın olduğu zaman en büyüktür. Bazı nöronlarda aksonun hücre gövdesine yakın konumdaki çok şiddetli bir hasar, nöronun ölümüne yol açabilir. Diğer taraftan, çıkıntının en distalinde oluşan bir hasar, hücre gövdesinde çok az ya da tespit edilemeyecek oranda değişikliğe yol açabilir. Nissl cisminin yani sitoplasmik RNA'nın dağılması ve hücrenin şişmesi hücre ödemine neden olur. Nissl cisminin boyanma afinitesinin belirgin kaybı sitoplasmik RNA'nın geniş ölçüde dağılımı nedeniyledir. Çekirdeğin hücre merkezinden uzağa hareket etmesi, olasılıkla hücre ödemi nedeniyledir.

Sinaptik terminaller; hasar görmüş olan nöron gövdesinin yüzeyinden geri çekilir ve bu nöronların dendritleri periferik sinir sisteminde Schwann hücreleri, santral sinir sisteminde ise mikroglia veya astrositler ile yer değiştirirler. Bu işleme sinaptik soyma (sinaptik stripping) denir. Sinaptik soymanın olası nedenleri (1) hasarı takiben plazma membran adhezivitesinin kaybı ve (2) hasar görmüş nörondan salınan kimyasal maddeler ile destek hücrelerin uyarılmasıdır. Hasar yeteri kadar büyük ise, immün sisteme dahil olan hücrelerden monosit ve makrofajlar bu bölgeye doğru göç ederler.

Hasarı Takiben Nöronların İyileşmesi

Retrograd dejenerasyonun hızlı başlamasına karşılık sinir hücre gövdesinin iyileşmesi ve çıkıntılarının rejenerasyonu birkaç ay sürer.

Sinir Hücre Gövdesinin İyileşmesi

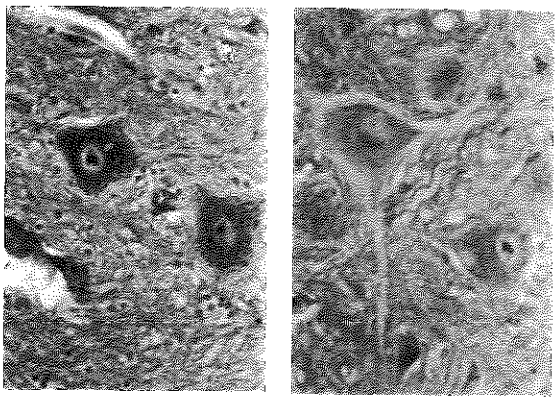
Nukleolus çekirdeğin periferine doğru yer değiştirir ve poliribozom kümeleri sitoplazma içinde yeniden görülür. Bu göstermektedir ki, aksonun yeniden şekillenmesi için hazırlık safhasında RNA ve protein sentezi hızlanmaktadır. Bu durumda, orijinal Nissl yapısının yeniden düzenlenmesi, hücre gövdesinin yuvarlaklaşmasının azalması ve çekirdeğin karakteristik merkezi konumuna dönmesi söz konusudur (Bkz. Şek. 3-49).

Periferik Sinirlerdeki Aksonların İyileşmesi

Periferik sinirlerde aksonların yeniden büyümesi olanağı vardır. Bu, endonöral tüplerin varlığına bağlı olarak görülür ve özel nitelikler Schwann hücrelerince sağlanır. Aksonlardan gelişmeye başlayan yeni sinir lifleri hasarın geliştiği proksimal kısımdan başlayarak distal'e doğru sinir trasesi boyunca ilerler. Aşağıdaki mekanizmaların bu olayda rol oynadığı düşünülmektedir: (1) hasar gelişen bölgenin distal kısmında yer alan Schwann hücreleri tarafından salgılanan kemotropik faktörler aksonları etkiler. (2) hasarın distal kısmında büyümeyi hızlandıran faktörler bulunur (3) perineurium içerisinde inhibe edici faktörler mevcut olup bunlar aksonun sinirden ayrılmasına engel olurlar.

Aksonların yeterli derecede rejenerasyonu ve normal fonksiyonlarına dönmesi aşağıdaki faktörlere bağlıdır:

1. Aksonun parçalara ayrıldığı veya onu besleyen kan damarlarının da olaya karıştığı fakat endonöral kılıfların sağlam kaldığı ezilme şeklindeki sinir hasarlarında, rejenerasyon oldukça yeterli düzeyde olabilir.
2. Tamamen kopan sinirlerde iyileşme şansı çok düşüktür; çünkü kesinin proksimal ucundan rejenere olan lifler distal uçta yanlış bir hedefe yönlendirilebilirler yani, deri ile ilgili lifler doğru olmayan sinir sonlanmalarına girebilir ya da motor sinirler yanlış kasları innerve edebilirler.
3. Tamamen kopmuş bir sinirin proksimal ve distal uçları arasındaki mesafe birkaç milimetreden fazla ise, ya da aralık proliferatif fibröz doku ile doldurulmuş veya basitçe boşluk içine komşu kasların çıkıntı oluşturmasıyla doldurulmuş ise iyileşme olasılığı çok zayıftır. Proksimal uçtan gelişen aksonal sürgünler çevre bağ dokusu içine kaçarlar ve kördüğüm şeklinde bir kitleyi, **neuroma**'yı oluştururlar. Bu gibi durumlarda, eğer mümkün olursa kopan uçlara erken dönemde cerrahi yaklaşım, iyileşme şansını büyük oranda arttırır.
4. Karışık sinirler (duyusal, motor ve otonom lifleri içeren) tamamen koptuğu zaman, tatmin edici bir iyileşme olasılığı sinirin yalnız duyusal ya da yalnız motor olmasına göre çok daha düşüktür. Bunun nedeni, olasılıkla, kesinin proksimal ucundan rejenere olan liflerin, distal uçta yanlış bir hedefe yöneltilmiş olmasıdır; örneğin, deri ile ilgili lifler motor endonöral tüplere girebilir ya da tersi olabilir.



A B

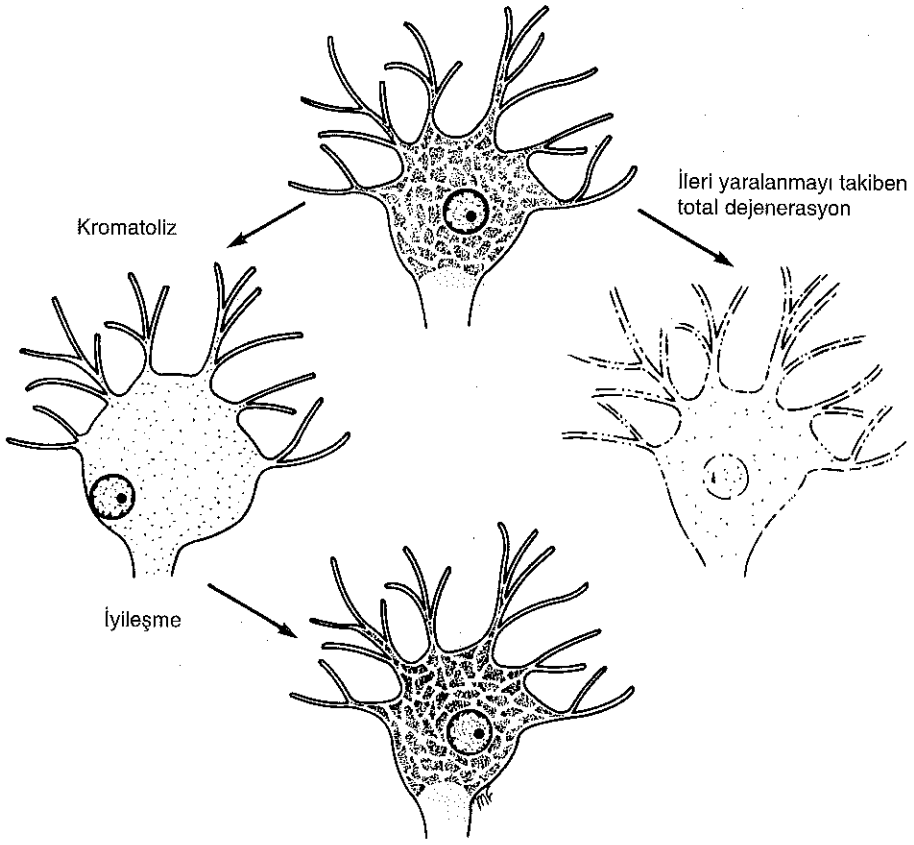
Şekil 3-48 Medulla spinalis'in cornu anterius'undaki motor nöronların fotomikrografları. **A:** Normal nöronlardaki Nissl cisimcikleri. **B:** Spinal sinirin radix anterior'larının kesilmesi sonucu kromatolizin görüldüğü fotomikrograf.

5. Felçli kaslara yetersiz uygulanan fizik tedavi, rejenere olan aksonlar daha onlara ulaşmadan önce, kasların dejenerasyonuyla sonuçlanacaktır.
6. Yaralanmanın olduğu alanda enfeksiyonun varlığı rejenerasyon işlemini ciddi bir şekilde etkileyecektir.

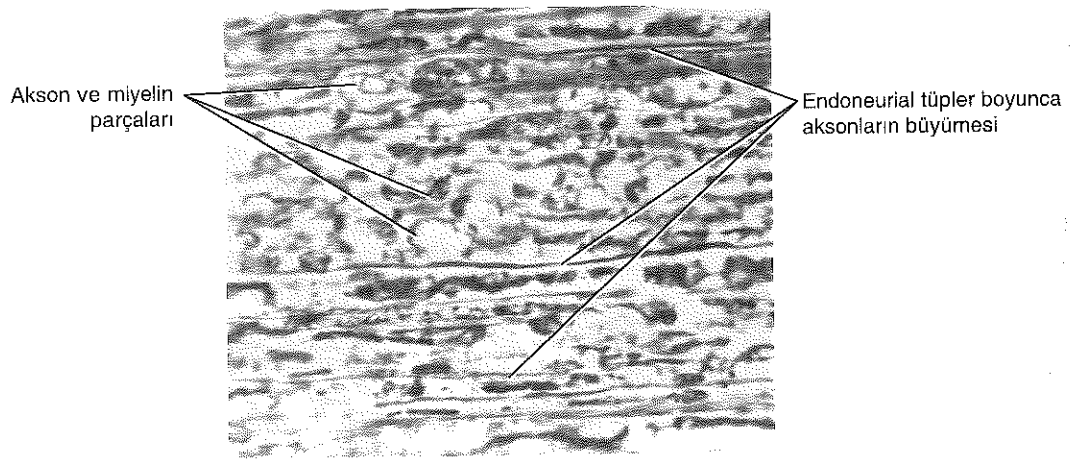
Kopmuş sinirin proksimal ve distal uçlarının uç uca bitişik durumda yer aldığı varsayıldığında rejenerasyon şu aşamalardan geçecektir (Bkz. Şek. 3-47). Schwann hücreleri mitotik bölünmeye uğrayarak kesinin proksimal ucunun endonöral tübünün bazal laminası içindeki boşluğu proksimalde bulunan komşu Ranvier düğümüne kadar ve distal uçta da sonuç organlara kadar doldurur. Proksimal ve distal uçların arasında küçük bir açıklık belirdiği yerde, çoğalan Schwann hücreleri açıklığı köprüleyen çok sayıda kordon teşkil eder.

Her bir proksimal akson ucu, soğan şeklinde bir uca sahip olan çok sayıda ince sürgün veya iplikler oluşmasına neden olur. Bu iplikler büyüdükçe Schwann hücreleri arasındaki yarıklar boyunca ilerler ve böylece proksimal ve distal sinir uçları arasındaki mesafeyi geçer. Bu tür ipliklerin bir çoğu her bir endonöral tübün proksimal ucuna girer ve Schwann hücreleri ile temas ederek distale doğru büyür (Şek.3-50). Açıktır ki çok sayıda farklı aksona ait olan iplikler tek bir endonöral tube girebilir. Bununla birlikte, yalnız bir iplik devamlılığını korurken geri kalanları dejenere olur ve bu tek iplik bir motor ya da duyusal sonuç organı yeniden innerve etmek üzere distale doğru uzar. Kopmuş sinir uçları arasındaki boşluğu geçerken, çok sayıdaki iplik bir endonöral tüp içine girmeyi başaramaz ve çevre bağdokusu içine doğru gelişir. Belirtilmesi gerekir ki, tek bir proksimal aksondan çok sayıda sürgün ya da ipliğin şekillenmesi, nöronun duyusal veya motor uca bağlanma olasılığını büyük ölçüde arttırır. Geri kalanların dejenere olmasına karşın, tek bir endonöral tüp içindeki bir ipliğin seçilerek devamlılığını sürdürmesinin nedeni bilinmemektedir.

Akson sonuç organa ulaşır ulaşmaz komşu Schwann hücreleri bir miyelin kılıf oluşturmaya başlarlar. Bu işlem orijinal lezyon bölgesinde başlar ve distale doğru uzanır. Bu yolla Ranvier düğümleri ve Schmidt-Lanterman yarıkları da şekillenir.



Şekil 3-49 Uzantılarının bir tanesindeki bölünme sonucu, nöron gövdesinde ortaya çıkabilecek olan değişiklikler.



Şekil 3-50 Nervus ischiadicus'un distal kısmının longitudinal kesitinin fotomikrografı. Nöron hasarını takiben dejenerasyon ve aksonal rejenerasyon bulguları izlenmektedir (Dr. M.J.T. Fitzgerald'ın izniyle).

Sinir hasarının oluştuğu yere bağlı olarak aksonun kendisine uygun olan sonuç organa ulaşması için aylar geçebilir. Büyüme hızının günde 2-4 mm kadar olduğu tahmin edilmektedir. Bununla birlikte, aksonların hasar bölgesini geçerken maruz kaldığı, hemen hemen kaçınılmaz olan gecikmede dikkate alındığında, rejenerasyonun tamamı için günlük 1.5 mm'lik hızın varlığı klinik kullanım için hatırda tutulması yararlı bir durumdur. Yukarıda belirtilen bütün güçlükler yok edilmiş ve nöron orijinal sonuç organa ulaşmış olsa bile, endonöral tüp içinde genişleyen aksonal iplik ancak orijinal akson çapının yüzde sekseni kadar genişleyebilir. Bu nedenle, iletim hızı orijinal aksondaki kadar büyük olmayacaktır. İstelik, bir motor akson, öncekinden daha fazla sayıdaki kas lifini innerve etmeye meyillidir ve bu yolla sağlanan kas kontrolü daha kusurludur.

Merkezi Sinir Sistemindeki Aksonların Rejenerasyonu

Merkezi sinir sistemindeki aksonların iyileşmeye doğru meyli vardır. Bunun en güzel örneği aksonlarda izlenen yeni filizlenmelerdir. Bununla birlikte, rejenerasyon olayı yaklaşık 2 hafta sonra biter. Uzun süreli rejenerasyon nadir olup hasarlanmış aksonlar az sayıda yeni sinaps yapar. Fonksiyonların korunması ilse mümkün değildir. Rejenerasyon olayı ise endonöral tüplerin eksikliğine bağlı olarak gerçekleşmez (endonöral tüpler rejenere olan aksonları yönlendirdikleri için önemlidirler). Oligodendrositlerin Schwann hücreleri gibi hareket etmemeleri ve aktif astrositler tarafından skar dokusunun gelişmesi de rejenerasyona engel olan diğer faktörlerdir. Merkezi sinir sisteminde Sinir Büyüme Faktörünün (Nerve Growth Factor) eksikliği veya nöroglial hücrelerin Sinir Büyüme-İnhibe Edici Faktörleri üretmeleri de bu olayda rol oynar.

Yapılan araştırmalara göre Schwann hücresinin bazal laminasında laminin ve immünoglobulin ailesine dahil olan hücre adhezyon molekülleri bulunmaktadır. Bunlar; aksonun büyümesini uyarırlar. Merkezi sinir sisteminde bu moleküller düşük oranda bulunur. Embryoda, santral ve periferik sinir sistemindeki akson büyümesi aktif olarak devam ederken, bunu uyaran faktörler her iki sistemde de bulunmaktadır. Gelişimin ileri dönemlerinde ise santral sinir sisteminde mevcut olan bu faktörler kaybolurlar. Santral sinir sisteminde bulunan myelin, akson büyümesini inhibe eder ve ilginç olarak; santral sinir sistemindeki myelinizasyon gelişimin ileri evrelerinde gerçekleşir. Bu evreler temel nöronal yolların tamamlanmasından sonraki döneme uyar.

Santral aksonlarlardaki rejenerasyon periferik aksonlardaki kadar iyi değildir. Doku kültürlerinde, periferik aksonların santral aksonlara göre daha başarılı bir şekilde geliştikleri gösterilmiştir. Ayrıca, santral aksonların büyüme hızı yaş ile birlikte de azalır.

Santral Sinir Sistemi Rejenerasyonu ile İlgili Nörobiyolojik Çalışmalar

Santral Sinir Sisteminde travmaya bağlı olarak gelişen hasarların pek çoğunun geriye dönüş şansı yoktur. Buna bağlı olarak nörobiyoloji alanında çalışan bilim adamları bu konu ile ilgili pekçok çalışma gerçekleştirmektedirler. Santral sinir sistemi ile periferik sinir sistemi arasında farklılıkların bulunduğu kesin bir gerçektir. Bununla birlikte, kurbağalar gibi alt grup vertebra'lılardaki santral aksonların rejenerasyon kabiliyetleri ileri çalışmalar için iyi bir temel oluşturmaktadır.

Bu konudaki araştırmalar aşağıdaki yönlendirmeler ile sürdürülmektedir:

1. Periferik sinir sisteminde mevcut olan laminin ve nörotropin gibi moleküller; santral sinir sistemindeki hasarlanmayı takiben, akson büyümesini hızlandırmak amacıyla bu hasar bölgesine uygulanmıştır.
2. Santral Sinir Sistemine Schwann hücre greftleri uygulanmış ve bunu takiben santral aksonların grefte doğru büyüdükleri gösterilmiştir.
3. Santral Sinir Sisteminde mevcut olan inhibe edici faktörlerin azaltılması ile ilgili olarak yapılan çalışmalar vardır. Hasarlanma bölgesine uygulanan antikor infüzyonları ile bir miktar başarı elde edilmiştir.
4. Nöroglial hücrelerin ve monositlerin oluşturdukları yanıtı baskılamak amacıyla yapılan anti-inflamatuar ajan uygulamaları sonucunda başarı elde edilmiştir. **Metilprednizolon**, medulla spinalis hasarını takiben acil olarak her hastaya uygulanmaya başlanmaktadır.

Santral Sinir Sistemi hasarlanmaları ile ilgili daha pek çok çalışmanın yapılmasına ihtiyaç vardır. Bununla birlikte, bir takım tedavi yöntemlerinin kombine olarak uygulanması sonucu bazı fonksiyonların geri dönebilme şansı vardır.

Transnöronal Dejenerasyon

Hasara karşı tek bir nöronun verdiği yanıtlar önceki bölümde ele alınmıştır. Merkezi sinir sisteminde bir grup nöron hasarlandığı zaman aynı yolda, daha ilerde bulunan ve aynı fonksiyonda olan ikinci bir grup da yine dejeneratif değişiklikler gösterebilir. Bu olay **anterograd transnöronal dejenerasyon** olarak isimlendirilir. Örneğin, retinanın ganglion hücrelerinin aksonları kesildiğinde, yalnızca corpus geniculatum laterale'lere giden aksonların distal uçları dejenerasyona uğramaz, aynı zamanda bu aksonların sinaps yaptıkları corpus geniculatum laterale'lerdeki nöronlar da dejenerasyona uğrar. Gerçekte, vizüel kortekste bulunan nöronların bir bölümü de dejenerasyona katılabilir.

Merkezi sinir sisteminde, çok sayıda nöronun tek bir distal nöronla sinaps yaptığı hallerde proksimal nöronlardan birinin hasarını distal nöronun dejenerasyonu takip etmez.

Merkezi sinir sisteminde yapay lezyonlar oluşturularak hayvanlar üzerinde yapılan deneylerle gösterilmiştir ki **retrograd transnöronal dejenerasyon** belirli bazı durumlarda oluşabilmektedir.

Yaşlanmaya Bağlı Nöronal Dejenerasyon

Çok sayıda nöron fötal gelişme sırasında dejenere olur ve kaybolur. Bu sürecin nöronların yeterli fonksiyonel bağlantılar oluşturmalarındaki eksiklikten kaynaklandığına inanılmaktadır. Postnatal yaşamda nöron dejenerasyonu kademeli olarak devam eder. Yaşlı bir bireyin başlangıçtaki nöron sayısının yüzde 20 kadarını kaybettiği hesaplanmıştır. Bu, yaşlanmayla ilgili sinir sisteminin etkinliğininin kaybını açıklayabilir.

Periferik Sinir Dejenerasyonunu Takiben İstemli Kasların ve Diğer Son-Organların Atrofisi

Motor sinir kesisini takiben istemli kas dejeneratif değişikliğe uğrar. Öncelikle asetilkoline değişken bir cevap vardır. Bunu sarkoplazmanın derece derece tükenmesi takip eder, sonuçta fibriller ve düzenli çizgilenmeler kaybolur. En sonunda kas tamamen atrofiye uğrar ve yerini fibröz doku alır. Kasın reinnervasyonu, dejenerasyonunu durdurur ve eğer kas atrofisi çok ilerlememişse, normal yapı ve fonksiyon geri döner.

Ayrıca, hızlı beyaz istemli kas liflerini besleyen bir motor sinir; yavaş kırmızı istemli kas liflerini besleyen bir motor nörona dönüşürse, kas lifleri yapısal ve fonksiyonel özelliklerini yeni tip innervasyona uymak üzere değiştirir. Bu deneysel sonuç kuvvetle göstermiştir ki, istemli kas hücreleri yalnızca sağlam motor sinirlerin varlığına bağlı kalmamakta, sinir aynı zamanda kas üzerinde birtakım uyarıcı etkilere sahip olmakta ve hatta innerve ettiği kasın tipini de belirlemektedir.

Bir diğer son-organ olan tat tomurcuğu da duyusal sinirin bütünlüğüne bağlıdır. Eğer sinir kesilirse tat tomurcuğu hızla atrofiye uğrar. Duysal sinir müköz membran içine rejenere olunca yeni tat tomurcukları gelişir.

Periferik Sinirlerin Travmatik Lezyonları

Seddon (1944) sinir hasarının üç klinik tipini tanımlamıştır:

- **Neuropraxia**, geçici blok için kullanılan terimdir. Felç tam değildir, iyileşme hızlı ve kusursuzdur ve sinir dejenerasyonuna ait mikroskopik bir bulgu yoktur. En yaygın nedeni basıdır. Esasen, fonksiyonun geçici olarak olaya katılması söz konusudur.
- **Axonotemesis**, aksonların zedelendiği fakat çevre bağ dokusu kılıfların bütünlüğünü az ya da çok koruduğu bir sinir lezyonu için kullanılan terimdir. Periferde wallerian dejenerasyonu oluşur. Sinirin tam kesisinden sonra, fonksiyonel iyileşme daha hızlı ve tamdır. Daha hızlı ve tam iyileşmenin izahı, hasarlanma şiddetli olsa bile sinir liflerinin büyük bölümünün, bağ dokusu kılıfların koruması sayesinde diğer bir bölümle olan normal anatomik bağlantılarını sürdürebilmesidir. En belirgin nedenleri ezilme hasarları, gerilme ve baskı altında kalmadır.
- **Neurotmesis**, sinirin tam olarak kopması için kullanılan terimdir.

Sinir Kopmasının Belirti ve Bulguları

Motor Değişiklikler

İnnerve edilen sinirler gevşek (flaccid) felce uğrarlar ve kısa zamanda yok olurlar. Kasların katıldığı refleksler kaybolur. Felçli kas, 4-7 günün sonunda faradik elektrik uyaranlarına yanıt vermez hale gelir. 10 günün sonunda kas, galvanik elektrik uyaranlarına sadece yavaş yanıt verir ve akımın şiddeti normal innerve edilen bir kas için gerekenden fazla olmalıdır. Elektrik uyaranlara karşı kasın gösterdiği bu farklı yanıt **dejenerasyon reaksiyonu** olarak bilinir.

Duyusal Değişikler

Kutanöz hassasiyetin tam kaybı yalnız sinirin beslediği alanda vardır. Bu alan komşu duyu sinirlerinin uzandığı, kısmi bir duyu kaybının olduğu bir bölge ile çevrelenir. Hafif dokunma duyusunun kaybolduğu deri alanı, iğne batması duyusunun kaybolduğu alandan daha geniştir.

Vazomotor, Sudomotor ve Trofik Değişikler

Bir periferik sinirin kesisi, sinir içinde ilerleyen postganglionik sempatik liflerin de kesilmesiyle sonuçlanır. Vasküler kontrolün kaybının bir sonucu olarak, deri alanı önce ısınır ve kızarır. Sonra, etkilenen alan mavi renk olur ve özellikle soğuk havada normalden soğuktur. Sudomotor kontrolün kaybı nedeniyle ter bezlerinde sekresyon durur, deri kuru ve pul pul bir hal alır. Zayıf periferik dolaşımın direkt bir sonucu olarak tırnak büyümesi gecikir. Vücudun geniş bir alanı denerve ise, örneğin, n. ischiadicus'un kesilmesi gibi durumlarda dolaşım kontrolünün kaybı ve kullanılmamanın sonucunda kemikler dekalsifikasyona uğrar.

Sinir Kopmasını Takiben İyileşmenin Belirti ve Bulguları

Bölünmüş bir periferik sinirin uç uca getirilerek dikkatle dikildiği varsayıldığında doktor, iyileşme ile ilgili belirti ve bulgularla, onların sonuçlarının bilincinde olmalıdır.

Motor İyileşme

Rejenere olan motor aksonlar günlük 1.5 mm'lik ortalama bir hızla büyürler. Önce proksimal kaslar, daha sonra distal kaslar iyileşeceklerdir. Kaslar istemli kontrolün geri dönmesinden önce faradik elektriksel uyarılara yanıt verebilirler.

Duyusal İyileşme

Duyusal iyileşme istemli hareketin geri dönmesinden önce gerçekleşir. Kesinin distalindeki sinir bölümü, yenilenen duyusal aksonlar distal segmente ulaştığı anda mekanik uyarıya karşı hassas hale gelir. Distal sinir bölümüne uygulanan basit bir dokunma, sinirin derideki dağılım alanlarında çınlama hissini doğurur. Bu işaret **Tinel belirtisi** olarak bilinir. Derin deri hassasiyetinin iyileşmesi, yani kuvvetle uygulanan

basınca karşı ağrı oluşması, iyileşmenin ilk bulgusudur. Bunu, kısmen lokalize olan yüzeysel deri ağrısının dönüşü izler. Vazomotor kontrol da bu dönemde geri döner. Daha sonra sıcak ve soğuk duyuları da iyileşir. Hafif dokunma ve taktil diskriminasyon aylar sonra ve sıklıkla tam iyileşmeden geri dönen son duyulardır.

Spesifik Spinal Sinir Hasarları

Klinik pratikte görülen ve birçok spinal sinir hasarlarını takiben oluşan nörolojik kayıpların detaylı bir şekilde tanımlanması bu kitabın kapsamı dışındadır. Bununla birlikte, kitabın servikal ve lumbosakral kök sendromlarında bulunan önemli özellikleri özetleyen bir tablo içermesi uygun görülmektedir (Tablo 3-4). Plexus brachialis'in (Tablo 3-5), plexus lumbalis ve plexus sacralis'in (Tablo 3-6) dalları ile dağılımlarını özetleyen tablolar da eklenmiştir. Bu tablolar, üst ya da alt ekstremitede belirli bir motor veya duyu kaybıyla ilgili sinir lezyonlarının ortaya konmasında okuyucuya yardımcı olabilir.

Kranial sinir hasarları 11. bölümde ele alınmıştır.

Periferik Sinir Hasarlarıyla İlgili Bazı Temel Klinik Prensipler

- Yüksek enfeksiyon riski taşıyan açık ve kirli yaralarda, sinir kesisi göz ardı edilerek yaradaki enfeksiyon tedavi edilmelidir. Daha sonra, yara tatmin edecek düzeyde iyileştiği zaman, sinir gözden geçirilmeli ve sinirin kesik uçları bir araya getirilerek dikilmelidir.
- Sinir iyileşmesine ait bir bulgu olmadan yarası iyileşen bir hasta için konservatif tadavi uygulanmalıdır. Rejenere olan sinir liflerinin yakındaki kaslara ulaşabilmesi için yeterince zaman geçmelidir. Eğer iyileşme gerçekleşmezse, sinir cerrahi olarak ele alınmalıdır.
- Kesilmiş bir sinirin kopuk uçları arasında bağ dokusu, kaslar ya da kemik parçalarının bulunduğu vakalarda sinir incelenmeli, mümkün ise sinirin kopuk uçları bir araya getirilip dikilmelidir.
- Felçli kasların beslenmesi yeterli düzeyde fizik tedavi uygulanarak sürdürülmelidir. Ilık banyolar, masaj ve sıcak tutacak giyinme yeterli dolaşımın sağlanmasına yardım eder.
- Felçli kaslar, antagonist kasların veya yerçekiminin tek taraflı çekim etkisinde bırakılmamalıdır. Ayrıca, felçli kasların aşırı kısalması da onların büzüşmesine yol açar.
- Hareketlilik, etkilenen bölgedeki bütün eklemlerin günlük yapılan pasif egzersizleriyle korunmalıdır. Bunun gerçekleştirilmemesi yapışmalara ve takiben hareketin kısıtlanmasına yol açar.

Kasların çoğunda istemli hareketler geri döner dönmez fizyoterapist, hastalara aktif egzersizlerin gerçekleştirilmesinde yardım edebilir. Bu, sadece etkilenen bölüme normal dolaşımın geri dönmesi için değil, aynı zamanda beceri isteyen komplike muskuler hareketlerin gerçekleştirilmesinin yeniden öğrenilmesi için hastaya yapılan bir yardımdır.

Tablo 3-4 Servikal ve Lumbosakral Kök Sendromlarında Görülen Önemli Özellikler

Hasarlanan Kök	Ağrılı Dermatom	İnnerve Edilen Kaslar	Harekette Zayıflama	Etkilenen Refleks
C5	Kol üst bölümünün dış yanı	M. deltoideus ve m. biceps brachii	Omuzun abduksiyonu, dirseğin fleksiyonu	Biceps
C6	Önkolun dış yanı	M. extensor carpi radialis longus ve brevis	Bilek ekstensorları	Brachioradialis
C7	Orta parmak	M. triceps brachii ve m. flexor carpi radialis	Dirseğin ekstensiyonu ve bileğin fleksiyonu	Triceps
C8	Önkolun iç yanı	M. flexor digitorum superficialis ve profundus	Parmak fleksiyonu	Yok
L1	Kasık	M. iliopsoas	Kalçanın fleksiyonu	Cremaster
L2	Uyluğun ön bölümü	M. iliopsoas, m. sartorius, kalça adduktorları	Kalçanın fleksiyonu adduksiyonu	Cremaster
L3	Dizin iç yanı	M. iliopsoas, m. sartorius, m. quadriceps femoris, kalça adduktorları	Kalçanın fleksiyonu, dizin ekstensiyonu	Patella
L4	Baldırın iç yanı	M. tibialis anterior, m. quadriceps	Ayağın inversiyonu, dizin ekstensiyonu	Patella
L5	Bacağın dış yanı ve ayak sırtı	M. extensor hallucis longus, m. extensor digitorum longus	Baş parmağın ekstensiyonu ayak bileğinin dorsifleksiyonu	Yok
S1	Ayağın dış kenarı	M. gastrocnemius, m. soleus	Ayak bileğinin plantar fleksiyonu	Achilles
S2	Uyluğun arka kısmı	M. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus	Ayak bileğinin plantar fleksiyonu, baş parmağın fleksiyonu	Hiçbiri

Tablo 3-5 Plexus Brachialis'in Dalları ve Bu Dalların Dağılımları

Dallar	Dağılım
Kök dalları	
N. dorsalis scapulae (C5)	M. rhomboideus major, m. rhomboideus minor, m. levator scapulae
N. thoracicus longus (C5, C6, C7)	M. serratus anterior
Truncus superior	
N. suprascapularis (C5, C6)	M. supraspinatus ve m. infraspinatus
N. subclavius	M. subclavius
Fasciculus lateralis	
N. pectoralis lateralis (C5, C6, C7)	M. pectorali major
N. musculocutaneus (C5, C6, C7)	M. coracobrachialis, m. biceps brachii, m. brachialis; önkolun dış deri siniri olduktan sonra önkolun dış kenarı boyunca derinin innervasyonu
N. medianus'un radix lateralis'i (C[5], C6, C7)	Bkz. N. medianus'un radix medialis'i
Fasciculus posterior	
N. subscapularis superior (C5, C6)	M. subscapularis
N. thoracodorsalis (c6, C7, C8)	M. latissimus dorsi
N. subscapularis inferior (C5, C6)	M. subscapularis ve m. teres major
N. axillaris (C5, C6)	M. deltoideus ve m. teres minor; m. deltoideus'un alt yarısını örten derinin innervasyonunu sağlayan kolun üst, dış deri siniri
N. radialis (C5, C6, C7, C8, T1)	M. triceps brachii, m. anconeus, m. brachialis'in bir bölümü, m. brachioradialis, m. extensor carpi radialis longus; r. profundus n. radialis yolu ile önkolun ekstensor kaslarının innervasyonu: m. supinator, m. extensor carpi radialis brevis, m. extensor carpi ulnaris, m. extensor digitorum, m.extensor digiti minimi, m. extensor indicis, m. abductor pollicis longus, m. extensor pollicis longus, m. extensor pollicis brevis; deride kolun alt-dış taraf deri siniri, kolun arka taraf deri siniri ve önkolun arka taraf deri siniri; dorsum manus dış taraf derisi ve dış 3 1/2 parmağın dorsal yüzü; dirsek, el bileği ve el eklemlerine artiküler dallar
Fasciculus medialis	
N. pectoralis medialis (C8, T1)	M. pectoralis major ve m. pectoralis minor
N. cutaneus brachii medialis-ikinci n. intercostalis'den gelen n. intercostobrachialis'in katılımı ile -(C8, T1, T2)	Kolun iç taraf derisi
N. cutaneus antebrachii medialis (C8, T1)	Önkolun iç taraf derisi
N. ulnaris	M. flexor carpi ulnaris, m. flexor digitorum profundus'un iç yarısı, m. flexor digiti minimi, m. opponens digiti minimi, m. abductor digiti minimi, m. adductor pollicis, mm. lumbricales III-IV, mm. interossei, m. palmanis brevis, dorsum ve palma manus'un iç yarısının derisi, iç 1 1/2 parmağın palmar ve dorsal yüzlerinin derisi
N. medianus'un radix medialis'i (radix lateralis ile beraber) n. medianus'u oluşturur.	M. pronator teres, m. flexor carpi radialis, m. palmaris longus, m. flexor digitorum superficialis, m. abductor pollicis brevis, m. flexor pollicis brevis, m. opponens pollicis, ilk iki m. lumbricalis (n. interosseus dalı aracılığı ile), m. flexor pollicis longus, m. flexor digitorum profundus (iç yarısı), m. pronator quadratus; palma manus'un dış yarısına deri dalları ve dış 3 1/5 parmağın palmar yüzüne digital dallar; dirsek, el bileği ve karpal eklemlere artiküler dallar

Sinir Transplantasyonu

Sinir greftleri, fasial sinir felcinde kas tonusunun yeniden sağlanması amacıyla kısmen, başarı ile kullanılmıştır. Karışık tip sinirlerin hasarlarında, sinir greftleri yalnızca bazı duyusal fonksiyonların ve çok az oranda kas aktivitesinin yeniden kazanılmasında başarı sağlamıştır. İki dikiş çizgisinin varlığı ve sinir liflerinin karışması olasılığının artması, belki de sinir greftleri kullanımındaki başarısızlığın nedenidir. Sinir yaralanmalarının çoğunda, hatta, proksimal ve distal uçlar arasındaki aralık 10 cm kadar büyük olduğu zamanlarda bile, genellikle siniri mobilize etmek veya eklemlerle uyumlu olarak pozisyonunu değiştirmek mümkündür. Böylece proksimal ve distal uçlar aşırı gerilme olmaksızın bir araya getirilebilir; sonra uçlar birlikte sütüre edilir.

Periferik Sinirlerin Tümörleri

Bir periferik sinir, temel olarak, herbiri Schwann hücreleri ile bağlantılı olan sinir liflerinden (aksonlar) oluşur. Lifler miyelinli ya da miyelinsizdir. Sinir lifleri paralel demetler halinde düzenlenmiştir ve bağ dokusu kılıflarla çevrelenmiştir.

Tablo 3-6 Plexus Lumbalis ve Plexus Sacralis'in Dalları ve Bu Dalların Dağılımı

Dallar	Dağılım
N. femoralis (L2, L3, L4)	M. iliacus, m. pectineus, m. sartorius, m. quadriceps femoris; deride uyluğun medial ve intermediate deri siniri, bacağın iç kenarına ve baş parmağa kadar v. saphena'ya eşlik eden sinir; kalça ve diz eklemlerine artiküler dallar
N. obturatorius (L2, L3, L4)	M. pectineus, m. adductor longus, m. adductor brevis, m. adductor magnus (adduktor bölümü), m. gracilis; deride uyluğun iç yanı; kalça ve diz eklemlerine artiküler dallar
N. ischiadicus (L4, L5, S1, S2, S3)	
N. peroneus communis	M. biceps femoris (caput breve); deride baldırın dış deri siniri, bacağın dış tarafına doğru n. suralis'e bağlantı dalı, ayağın ve küçük parmağın dış yanı
N. peroneus superficialis	M. peroneus longus ve m. peroneus brevis; deride bacak ve ayak sırtı
N. peroneus profundus	M. tibialis anterior, m. extensor hallucis longus, m. extensor digitorum longus, m. peroneus tertius, m. extensor digitorum brevis; deride birinci ve ikinci parmaklar arasındaki açıklık; art. tibiofibularis, ayak bileği ve ayak eklemlerine artiküler dallar
N. tibialis	M. semitendinosus, m. biceps femoris (caput longum), m. semimembranosus, m. adductor magnus (hamstring kaslarına katılan bölümü), m. gastrocnemius, m. soleus, m. plantaris, m. popliteus, m. tibialis posterior, m. flexor digitorum longus, m. flexor hallucis longus; deride ayak bileğinin iç yanı; kalça, diz ve ayak bileği eklemlerine artiküler dallar
N. plantaris medialis	M. abductor hallucis, m. flexor digitorum brevis, m. flexor hallucis brevis, m. lumbricalis I; deride ayak tabanının iç tarafı, ayak eklemlerine artiküler dallar
N. plantaris lateralis	M. flexor accessorius, m. abductor digiti minimi, m. flexor digiti minimi brevis, mm. lumbricales II-IV, m. adductor hallucis, mm. interossei; deride ayak tabanının dış tarafı

Bir **benign fibroma** veya **malign sarkoma** sinirin bağ dokusundan kaynaklanabilir ve diğer yerlerdeki benzer tümörlerden farklı değildir. **Neurilemmoma**'ların (Neurinoma - Schwannoma) Schwann hücrelerinden orijin aldığı kabul edilir. Kranial ya da spinal herhangi bir sinirden ve herhangi bir bölümünden kaynaklanırlar. Aksonların primer tümörleri nadir görülürler.

Periferik Sinirlerdeki Kan Damarları, Lenfatikler ve Endonöral Boşluklar

Periferik sinirler, geçtikleri bölgelerde bulunan arterlerden dal alırlar. Bir sinir içinde oluşan anastomoz ağı önemlidir ve tek bir arter tıkandığında lokal iskemi oluşmaz.

Epinöral bağ dokusu içinde bir lenf damarı ağı yer alır ve bölgesel lenf düğümlerine drene olur.

Periferik sinirlere boya enjeksiyonu ile yapılan deneylerin bir sonucu olarak, sinir lifleri arasında bulunan aralıklar gösterilmiştir. Büyük bir olasılıkla bu endonöral aralıklar, **tetanoz toksininin** medulla spinalis'e kadar yükselmesi için potansiyel bir yol oluşturmaktadır.

Lokal Anestetiklerin Sinir İletimi Üzerine Etkisi

Lokal anestetikler, uygun konsantrasyonlarıyla bir sinir lifine uygulandığında sinir iletimini bloke eden kimyasal maddelerdir. Etkiledikleri bölge aksolemmadır ve aksolemmanın K^+, Na^+ ve diğer iyonlara karşı geçirgenliğindeki geçici artışı değiştirirler. Sinir liflerinin lokal anestetiklere karşı hassasiyeti liflerin kalınlığına bağlıdır (Bkz. Tablo 3-2). Küçük sinir lifleri büyük olanlara oranla daha çok etkilenirler; küçük lifler aynı zamanda daha yavaş hızla anestetiğin etkisinden çıkarlar.

Kokain, sinir iletimini bloke etmek amacıyla klinikte kullanılmıştır. Ne yazık ki, beyin korteksi için kuvvetli bir uyarandır ve alışkanlığa yol açar. **Prokain**, bir lokal anestetik madde olarak yaygın kullanılan sentetik bir bileşiktir.

Hasarı Takiben Merkezi Sinir Sistemi Fonksiyonlarında Görülen İyileşme

Bir lezyonu takiben beyin ve medulla spinalis'de oluşan akson rejenerasyonu minimaldir, bununla birlikte yeterli düzeyde fonksiyonel iyileşme genellikle oluşur. Bunun muhtelif açıklamaları vardır ve birden fazla mekanizma olaya katılabilir.

1. Sinir liflerinin fonksiyonu, ödem sıvısının neden olduğu baskının sonucu olarak zarar görebilir. Ödem ortadan kalktığında, önemli derecede iyileşme oluşabilir.
2. Lezyonun proksimalinde kalan hasarlı sinir lifi, yakınındaki normal nöronlarla yeni sinapslar oluşturabilir.
3. Bir afferent nöronun lezyonunu takiben, postsinaptik membran üzerinde artan sayıda reseptör alanları gelişebilir. Bu, çevredeki nöronlardan salınan nörotransmitter maddelere tepki veren ikinci nöronda meydana gelebilir.

4. Bir afferent nöronun lezyonundan sonra postsinaptik membranda reseptör yerlerinin sayısı artar. Bu durum ikinci nöronun komşu nöronların nörotransmitter maddelerine cevabı ile sonuçlanabilir.
5. Fonksiyon görmeyen nöronlar hasar gören nöronların fonksiyonunu üstlenebilir.
6. Lezyonun proksimalindeki hasar görmüş sinir lifleri komşu normal nöronlarla yeni sinapslar oluşturabilir.
7. Normal komşu sinir lifleri, lezyonun distaline dallar verir. Bu dallar daha önce hasar görmüş liflerin yer aldığı yolları takip ederler.
8. Eğer belli bir fonksiyon, örneğin kasın istemli kontraksiyonu merkezi sinir sisteminde iki nöral yolla gerçekleşiyorsa ve bu yollardan biri hasar görürse diğer hasar görmemiş yol tüm fonksiyonu üstlenir. Böylece, eğer kortikospinal yol hasar görürse, kortikoretikulospinal yolun kas hareketlerinin kontrolünün büyük bölümünün üstleneceği sonucuna varılabilir.
9. Yoğun fizik tedavi uygulanarak, hastaların felçli kaslarının kaybını kompanse etmek amacıyla diğer kaslarını kullanmak üzere çalıştırılmaları mümkündür.

Herpes Zoster

Herpes zoster veya zona, daha önce su çiçeği geçiren bir hastada latent fazda bulunan varicella-zoster virüsünün yeniden aktive olmasıyla ortaya çıkan oldukça yaygın bir durumdur. Enfeksiyon kranial ya da spinal sinirin birinci duyusal nöronundadır. Lezyon, derinin enflamasyonuna bağlı vesiküllerin ortaya çıktığı, duyusal nöronun bir enflamasyonu ve dejenerasyonu olarak gözükür. İlk belirtisi, bir kaç gün içinde deride kabarma ve kızarmanın takip ettiği duyusal nöronun dağılım alanında görülen ağrıdır. Hastalık en sık olarak 50 yaşın üzerindeki hastalarda görülür.

Polinöropati

Polinöropati, çok sayıdaki periferik sinirin aynı anda görülen fonksiyon bozukluğudur. Enfeksiyon (difteri endotoksini, Guillain-Barre sendromu [bölüm başındaki klinik örneğe bkz]), metabolik bozukluklar (B_1 ve B_{12} vitaminleri eksikliği, ağır metal zehirlenmeleri, ilaçlar) ve endokrin bozuklukları (diyabet) içeren bir çok nedeni vardır. Akson dejenerasyonu ve/veya segmental demiyelinizasyon oluşabilir ve nöronun hücre gövdesi de olaya katılabilir. Hafif vakalarda olay geri dönebilir, fakat ağır vakalarda kalıcı olabilir. Hem duyusal ve hem de motor bulgu ve belirtiler görülebilir.

Reseptörler

Tüm vücutdaki hem somatik, hem de visseral alanlarda duyu sonlanmalarının olduğu tespit edilmiştir. Bunların yaygın bir şekilde dağıldıkları kesindir, çünkü bu duyu sonlanmaları bireyin iç ve dış ortamda meydana gelen değişikliklere yanıt oluşturmasını sağlar.

Doktor bir teşhise varmak amacıyla veya bir hastalıkta uygulanan tedavinin etkisini anlayabilmek için; hastanın subjektif duyularında meydana gelen değişiklikleri tarif etme yeteneğini veya fizik muayene sırasında hastanın spesifik uyarılara verdiği cevapları değerlendirmek zorundadır. "bıçak saplanır gibi ağrı", "şiddetli ağrı", "kolik tarzında ağrı", "iğnelenme" ve "hiç bir şey hissetmiyorum doktor" gibi tarifler doktorun sık rastladığı yakınmalardır. Ağrı, ısı, dokunma ve basınç gibi tanınabilen her bir temel duyu tipi, duyunun **modalite**si olarak isimlendirilir. Bir hastanın vücudun belli bir bölgesi ile ilgili olarak hissettiği modalite tipi, afferent sinir liflerinin gittiği spesifik bir santral sinir sistemi bölgesi ile saptanır. Bununla birlikte, spesifik modaliteleri taşıyan aksonların bir veya fazla sayıda anatomik olarak farklı reseptörle ilişkili olduklarının bilinmesi klinik açıdan önem taşır (Tablo 3-7).

Tablo 3-7 Reseptörler ve İlgili Fonksiyonlar

Reseptor	İlgili Fonksiyon
Serbest sinir sonlanmaları	Ağrı, dokunma, basınç, gıdıklanma,? soğuk ve sıcak
Merkel diskleri	Dokunma ve basınç
Kıl follikülü reseptörü	Dokunma
Meissner korpüskülü	Dokunma (iki nokta diskriminasyonu)
Pacinian korpüskülü	Basınç ve vibrasyon
Ruffini korpüskülü	Uzama, germe (stretch)
Nöromusküler iğcikler	Kasın uzaması (gerilme)
Nörotendinöz iğcikler	Gerilme

Duyu Reseptörleri ve Yaş

Ortalama yaşam süresinin uzaması ile birlikte, pekçok birey duyusal reseptör dejenerasyonuna bağlı olarak dengesizliğin ortaya çıkabileceği yaşlara erişmektedir. Bu kritik yaş değişik bireylerde değişkenlik gösterir, fakat olay bir kere başladığında, duyu sistemlerinde ilerleyici bir bozulma gözlenir. Bu bozulma görme, işitme duyularının yanısıra, proprioception ve santral sinir sistemine gelen afferent enformasyonun (bilgilerin) entegre edilmesi yeteneğinde de görülür.

Bireysel Duyu Modalitelerinin İncelenmesi

Tam olarak yapılan fizik muayene, nöroloji uzmanının kesin bir teşhise varmasını mümkün kılar. Doktor belirli bir duyunun algılanıp algılanmadığını, veya normalden daha az algılandığını bu fizik muayene bulguları ile tespit eder. Doktor vücutda duyu kaybının bulunduğu sahayı kesin olarak belirleyebilir. Genelde şu duyular test edilir:

1. **Hafif dokunma.** Bu duyu bir parça pamuk ile deriye hafifçe dokunularak test edilir. Bu işlem esnasında hastanın gözleri kapalı olmalıdır ve hastaya uyarıyı hissettiği anda "evet" cevabını vermesi söylenmelidir. Normalde derinin değişik bölgeleri dokunmaya karşı farklı eşik değerlere sahiptir ve bunun bilinmesi önemlidir. Sırt bölgesi ve gluteal bölge yüz ve parmak uçlarına göre daha az duyarlıdır. Kıllı bölgelerde bir kılın en ufak hareketi dahi genelde hissedilir.
2. **Dokunma duyusunun lokalizasyonu.** Hastanın gözleri kapalı durumda iken hafif dokunma duyusu test edildikten sonra, hastaya dokunulan bölgeye tam olarak parmağını götürmesi söylenir. Cortex cerebri harabiyetinde bu duyuda bir bozukluk görülür.
3. **İki nokta diskriminasyonu.** Hastanın gözleri kapalı iken derinin yüzeyine iki adet künt, cisim ile dokunulur. Daha sonra, bu iki nokta birbirlerine yaklaştırılır. Yaklaştırma işlemine hastanın bu iki noktayı, iki farklı nokta olarak algılayamadığı mesafeye kadar devam edilir. Normal bir kişi işaret parmağının uç kısmında, iki nokta arasında 3 mm'den fazla bir mesafe olduğu takdirde bunları iki fark-

lı nokta olarak ayırdedebilir. Sırt bölgesinde ise bu iki nokta arasında 3-4 cm kadar bir mesafe olduğu takdirde bunları iki farklı nokta olarak ayırt edilebilir.

4. **Ağrı.** Deriye toplu iğnenin ucu ile dokunulur. İlk olarak ağrı eşiği saptanır ve ağrı duyusunun kaybolduğu veya azaldığı alanlar tespit edilir. Uyarının irregüler bir şekilde uygulanması istenir. Başlangıçta toplu iğnenin sivri ucu ve daha sonra toplu iğne başı ile uyarı verilerek hastanın "keskin" veya "künt" yanıtlarını vermesi istenir. Tabes dorsalis veya polinöropati (polinörit) gibi belirli hastalıklarda, hastanın keskin ağrı hissini duyması 3 saniye kadar gecikmeli olabilir.
5. **Basınç ağrısı.** Bu az lokalize edilebilen ağrı tipi, kasa güçlü olarak basınç uygulandığında veya bir tendon sıkıştırıldığında hissedilir.
6. **Isı duyusunun test edilmesi.** Sıcak veya soğuk su ile doldurulmuş test tüpleri kullanılır. Bunlar deriye dokundurulduğunda hastadan "sıcak" veya "soğuk" olduğunu söylemesi istenir. İlk olarak ağrı eşiği test edilir ve daha sonra ısı duyusunun azaldığı veya kaybolduğu alanlar tespit edilir.
7. **Vibrasyon.** Titreşim yapan bir diapozom kemik üzerindeki deriye dokundurulduğunda (örnek; tibia'nın malleolus medialis'i veya ulna'nın olecranon'u) bir titreşim hissedilir. Bu, yüzeyel ve derin basınç reseptörlerinin uyarılmasına bağlıdır. Hekim hastaya vibrasyonu ilk olarak hissettiğinde ve vibrasyon duyusu kaybolduğunda belirtmesini söyler. Bacaklarda vibrasyon duyusunun algılanması genelde 60 yaşından sonra azalır.
8. **Stereognosis.** Hastanın gözleri kapalı iken, doktor hastanın eline para, veya anahtar gibi belirli objeleri verir. Hasta normalde bu objeleri elinde evirip çevirerek veya parmakları ile objeleri hissederek bunları ayırt edip, tanıyabilir.
9. **Eklemlerin pasif hareketleri.** Bu test el parmaklarında veya ayak parmaklarında yapılır. Hasta gözleri kapalı, tam olarak sakinleşmiş ve supin pozisyonunda iken, parmağa irregüler olarak fleksiyon veya ekstansiyon hareketleri yaptırılır. Her bir hareketten sonra hastadan parmağının "yukarı" veya "aşağı" yönde hareket ettiğini söylemesi istenir. Normal bir kişi pasif bir hareketin yapıldığını algıladığı gibi, hareketin yönünü de algılamaktadır.
10. **Postural duyarlık.** Gözler kapalı durumda iken ekstremitenin pozisyonunu tarif edebilme yeteneğidir (ekstremitenin tarif edilecek pozisyona gözler kapalı durumda iken getirilmesi gerekir). Bu testi uygulamanın başka bir yolu hastaya gözleri kapalı durumda iken karşı taraf ekstremitesini diğer ekstremite ile aynı pozisyona getirmesini söylemektir. Bu testlerin uygulanması ve sonuçlarının değerlendirilmesi afferent yolların anlatılmasından sonra daha kesin olarak anlaşılacaktır (Bkz. s. 143).

Fantom Ekstremite

Reseptörden beyindeki duyu korteksine kadar olan seyri boyunca özel bir afferent yol uyarıldığında, kişi tarafından algılanan duyu hissi reseptörün bulunduğu yerde hissedilir. Örneğin, küçük parmaktaki reseptörlerden gelen ağrı duyusu ile ilgili lifler n. ulnaris'in dirsekte uyarılması ile; kişi ağrı duyusunu dirsekte değil, küçük parmakta hisseder.

Ekstremitenin amputasyonunu takiben, amputasyon yerinde bulunan sinir liflerine yapılan basınca bağlı olarak hasta eksik olan ekstremitesinde çok şiddetli bir ağrı hisseder. Klinik olarak bu fenomene **fantom ekstremite** adı verilir.

İlaçların ve Diğer Ajanların İskelet Kası Sinir Kas Kavşaklarına Etkisi

Tablo 3-8 iskelet kasındaki motor son plakları etkileyen ilaçlara ve hastalıklara bazı örnekler vermektedir.

Tablo 3-8 İskelet Kasındaki Motor Son Plakları Etkileyen İlaçlar ve Hastalıklar

İlaç ve Hastalık	Asetil Kolin Salınımının Artırılması	Asetil Kolin Salınımının Azaltılması	Asetil Kolin Reseptörlerine Etki Edenler: Depolarizasyonun Bloke Edilmesi	Asetil Kolin Reseptörlerine Etki Edenler: Asetil Kolin Reseptör Blokajı	Asetil Kolin Esteraz İnhibisyonu
İlaç					
4- Aminopyridines	Evet				
Guanidine hydrochloride	Evet				
Succinylcholine			Evet		
d-Tubocurarine,				Evet	
dimethyltubocurarine,				Evet	
gallamine,				Evet	
benzoquinonium				Evet	
Physostigmine,					Evet
neostigmine					Evet
Hastalık					
Botulinum toksini		Evet			
Myasthenia gravis			Reseptörlerin haraplanması		

ACh = asetil kolin; AChE = asetil kolin esteraz.

Nöromuskuler Bloke Edici Ajanlar

d- Tubocurarine (d- Tubokurarin) iskelet kasında flaccid paralizi oluşturur. Bu ajan ilk önce gözün ekstraoküler kaslarını, daha sonra yüz kasları, ekstremite kasları ve en sonunda da diaphragma'yı etkiler. **Dimethyl tubocurarine (dimetiltubokurarin), gallamine** ve **benzoquinonium** da aynı etkilere sahiptir.

Bu ilaçlar normalde asetil kolin tarafından kullanılan post-sinaptik membran'daki reseptör yerleri ile birleşerek asetil kolin'in nörotransmitter etkisini bloke eder ve kompetitif bloke edici ajanlar olarak adlandırılır. Bunun nedeni bu ilaçların asetil kolin ile aynı reseptör yeri için kompetisyona girmeleridir. Bu ilaçlar yavaş olarak metabolize edilir ve paralizi düzelir.

Decamethonium ve **succinylcholine**'de iskelet kasında paralizi oluşturur, fakat bunların etkileri kompetitif bloke edici ajanlardan farklıdır. Bu ilaçlar etkilerini motor son plakta depolarizasyon oluşturarak yapar. Asetil kolin gibi etki ederek, postsinaptik membran'ı depolarize ederler ve kas kontraksiyon konumuna gelir. Bu olayı flaccid paralizi ve nöromuskuler aktivitenin blokajı takip eder. Bloke etme olayı bir süre devam eder ve ilaçların metabolize olması ile birlikte paralizi düzelir. Gerçek paralizi postsinaptik membran'ın sürekli olarak depolarizasyonu sonucu oluşur. Şunu da hatırlatmak gerekir ki, sürekli depolarizasyon sürekli iskelet kası kontraksiyonuna neden olmaz. Daha sonraki depolarizasyonun oluşmasından önce repolarizasyonun olması gerekir.

Nöromuskuler bloke edici ajanlar genelde kas gevşemesini istenilen derecede oluşturmak amacıyla genel anestezikler ile birlikte kullanılır. Bunun nedeni yüksek dozlarda genel anestezik kullanımını önlemek içindir. Solunum kaslarının paralizisine bağlı olarak, hastaya yapay solunum uygulanması gerekir.

Antikolinesterazlar

Physostigmine (fizostigmin) ve **neostigmine** (neostigmin) asetil kolin esteraz ile birleşme kapasitesine sahip olup, bu ajanlar esteraz'ın asetil kolin'i inaktive etmesine engel olur. Bununla birlikte, neostigmin'in iskelet kası üzerinde direkt olarak stimüle edici bir etkisi vardır. Her iki ilacın da etkileri reversibl (geriye dönüşümlü) olup, bunlar myasthenia gravis'in tedavisinde başarılı olarak kullanılmaktadır.

Bakteriyel Toksinler

Clostridium botulinum, bazı tip besin zehirlenmelerine yol açan bir mikroorganizmadır. Bu mikroorganizma sinir kas kavşağında asetil kolin salınımını inhibe eden bir toksin üretir. Solunum kaslarının paralizisine bağlı olarak ölüm meydana gelir.

Motor Sinir ve İskelet Kası

Motor sinir inerve ettiği kasın aktivitesini kontrol eder, fakat kasın normal olarak korunması için bu sinirin bütünlüğü esastır. Bir motor sinirin kesilmesini takiben kas liflerinde hızla atrofi gözlenir ve kas liflerinin yerini bağ dokusu alır. 3 ay gibi kısa bir sürede kasın toplam kitlesi 3/4 oranında azalabilir. Kasın basit olarak immobilizasyonu sonucu bu derece atrofi oluşmaz. Motor sinir kesilerinde kas atrofisi sadece kullanılmamaya bağlı gelişen bir atrofi değildir. Kasın normal, sağlıklı olarak kalabilmesinin sinir kas kavşağındaki post-sinaptik membran'dan sürekli olarak asetil kolin geçişinin olmasına bağlı olduğu çok aşikardır.

İskelet Kasının Denervasyon Süpersensitivitesi

Yaklaşık 2 haftalık denervasyon süresinden sonra, iskelet kası lifleri dışarıdan uygulanan asetil kolin'e sinir kas kavşakları haricinde kalan yerlerde cevap verirler. Bu süpersensitive, denervasyonu takiben kasın uzunluğu boyunca pekçok yeni asetil kolin reseptörlerinin gelişmesine bağlı olarak açıklanabilir.

Myasthenia Gravis

Myasthenia gravis üst göz kapaklarının düşüklüğü (ptozis), çift görme (diplopi), yutma güçlüğü (disfaji), konuşma güçlüğü (disartri), genel kas zayıflığı ve yorgunluk ile karakterize olan bir hastalıktır. Başlangıçta, hastalık sıklıkla göz ile pharynx kaslarını tutar, ve semptomlar dinlenmek ile ortadan kalkar. Hastalığın ilerlemiş durumunda ise, zayıflık giderek daha ciddi bir hal alır ve sonuçta ölüm görülür.

Myasthenia gravis otoimmün sebeplere bağlı olup, bu hastalıkta post sinaptik membran'daki asetil kolin reseptörlerine karşı antikorlar oluşur. Bunun sonucunda son-plak potansiyellerinde azalmış bir amplitude ortaya çıkar. Neostigmin gibi antikolinesteraz ilaçlar ile semptomlar geçici olarak ortadan kaldırılabilir. **Neostigmin** asetil kolin'in etkisini artıran bir ilaçtır.

Myasthenia gravis'i olan erişkinlerin %70'inde timus bezinde hiperplazi görülür. Bağışıklığı koruyan mediatörlerden T hücreleri timusta olgunlaşır. T hücrelerinin gelişimini uyaran timin hormonun aşırı sentezi muhtemelen otoimmun cevap oluşturmaktadır.

Myasthenia gravis'in ender görülen konjenital şekli doğumdan itibaren mevcuttur. Bu tipte anormal antikor yoktur. Konjenital hastalığın nedenleri motor sonlanma plaklarında asetilkolinesteraz eksikliği, ACh salınımının zayıflaması, ACh'ın etkilediği reseptör kapasitesinde bozulma ve ACh reseptör sayısında azalmadır.

Hipokalemik Periodik Paralizi ve Hiperkalemik Paralizi

Azalmış veya artmış kan potassium seviyelerine bağlı olarak gelişen hastalıklar vardır. Asetil kolin'in sinir kas kavşağında bulunan postsinaptik membran'daki elektriksel değişiklikleri başlatması, kan potasyum seviyesine bağlı olarak büyük ölçüde etkilenir. Buna ilaveten, bu tip hastalarda gelişen paralizi kan potasyum seviyesindeki değişikliğe bağlı olarak ortaya çıkar.

Düz Kas, Kalp Kası ve Sekretuar Hücrelerdeki Sinir Sonlanmalarında Bulunan Sinir-Kas Kavşaklarında İlaçların Etkisi

Normalde, fizyolojik olarak postganglionik parasempatik liflerden salgılanan asetil kolin depolarizasyona yol açabilir ve bunun sonucu olarak düz kas liflerinin kontraksiyonu gerçekleşir. Bununla birlikte, asetil kolin çok yararlı bir ilaçtır ve **kolin esteraz**'lar ile hızlı bir şekilde yıkılır. Asetil kolin'in etkilerinin çok geniş olması nedeniyle selektif olarak kullanılamaz. **Methacholine chloride** veya **carbachol**'da olduğu gibi, hafifçe yapısı değiştirilecek olursa ilacın kolin esteraz'lar tarafından parçalanması daha zor olur, fakat ilaç reseptörler ile reaksiyona girme kabiliyetine sahiptir.

Atropine ve **scopolamine** aynı reseptörler için asetil kolin ile kompetisyona giren ilaçlardır. Bu ilaçlar düz kas, kalp kası ve değişik sekretuar hücrelerin reseptör kısımlarında asetil kolin'in kompetitif antagonistidir.

Norepinefrin postganglionik sempatik liflerden salgılanır ve düz kasta depolarizasyona yol açar. Örneğin; arter duvarı düz kasında depolarizasyon yaparak bunun kontraksiyonuna neden olur. Bronchus'lar gibi diğer yerlerde ise, düz kasta gevşemeye neden olur. Sempatik sinir sistemine ait olan reseptörler alfa ve beta olarak sınıflandırılır. Alfa reseptörlerin fonksiyonları vazokonstrüksiyon, midriasis (pupil'in dilatasyonu), ve barsak duvarındaki düz kasların gevşemesidir. Beta reseptörler ise vazodilatasyon, cardioacceleration (kalp hızının artışı), bronchial relaksasyon (gevşeme) ve barsakların relaksasyonundan sorumludur.

Fenoksibenzamin (phenoxybenzamine) alfa reseptörleri bloke eder. **Propranolol** ise beta reseptörleri bloke eder. Bu reseptörlerin yapıları henüz bilinmemektedir.

Duyusal Algılamadaki Bozukluklar

Duyusal algılamadaki bozuklukları yüz, gövde ve ekstremitelerde değerlendirmek gerekir. Ağrı duyusunun azaldığı alanlar **(hypalgesia)**, dokunma duyusunun azaldığı alanlar **(hypesthesia)** veya artmış duyarlık **(hyperesthesia)** açığa çıkarılmalıdır. İğnelenme gibi anormal duyular **(paresthesia)**, periferik sinirden başlayıp cortex cerebri'ye kadar gelen duyu yolunun herhangi bir yerinde lezyon olduğu zaman ortaya çıkar. Duyusal anormalliğin bulunduğu alanlar kesin olarak tespit edilmeli ve her bir modalite farklı olarak kayıt edilmelidir.

Duyu fonksiyonunun test edilmesi deneyim gerektirir. Pekçok hasta, doktorun duyu sistemini muayenesi esnasında doktorun sorularına cevap verirken zorluk çeker. Bazı bireyler, sorulara yanlış cevaplar vererek doktoru yanlış yönde yönlendirirler. Bu durumun önüne geçmenin en iyi yolu hastanın gözleri kapalı iken deri duyularının test edilmesidir. Gözler kapalı iken yapılan muayene esnasında hasta vücudunun test edilen bölgesini göremez. Diğer bazı hastalar ise kendilerinden kesin olarak hangi bilgilerin istendiğini anlayamaz. Bazı zeki hastalar "herhangi birşey duyuyormusunuz?" sorusuna basitçe "evet" veya "hayır" cevabı vermek yerine stimulasyon'un şiddetinde meydana gelen değişikliklere daha iyi yanıt verirler. Doktor her zaman histerik bir hasta ile karşı karşıya olabileceği ihtimalini düşünmelidir. Histeride hastada herhangi bir nöroanatomik açıklaması olmayan duyu kaybı yakınmaları mevcuttur. Örneğin, yüzün bir yarısında ağız köşesini de içine alan total deri duyu kaybı hastada pons'dan çıkan 5. kranial sinir ve n. auricularis magnus (C2 ve 3) ile ilgili bir lezyonun bulunduğunu düşündürür. Böyle bir lezyon anatomik olarak istenilmeyen bir durumdur. Hastadan sakin olması istenir ve objektif bir değerlendirmenin yapılması gereklidir. Teşhis ile ilgili herhangi bir şüphe bulunduğu takdirde, hastanın bir kez daha muayene edilmesi gerekir.

Derinin Segmental İnervasyonu

Üst ve alt ekstremitelerin proksimal kısımlarında büyük sinir plexus'larının bulunması nedeniyle tek bir spinal sinir çok sayıdaki periferik sinire hem motor, hem de duyu lifleri gönderir. Bunun aksine, tek bir periferik sinir çok sayıda spinal sinirden sinir lifleri alabilir. Bundan başka, medulla spinalis'in bir segmentinde, radix posterior'da veya n. spinalis'de bir lezyonun bulunması periferik sinir lezyonunda ortaya çıkan duyu kaybından farklı bir duyu kaybının ortaya çıkmasına neden olur.

Tek bir spinal sinir tarafından inerve edilen deri bölgesine ve buna bağlı olarak da medulla spinalis'in tek bir segmentine **dermatom** denir. Bir doktorun hatırlaması gereken dermatomların üst üste gelmeleri ve gövdede (bir bölgede) tam bir anestezi oluşturabilmek için birbirini takip eden en az 3 spinal sinirin kesilmesinin gerekli olduğudur. Doktor bunun yanısıra, ağrı ve ısı duyuları ile ilgili üst üste gelme derecesinin tactile duyulardan çok daha geniş olduğunu hatırlamalıdır. Doktorun derinin segmental inervasyonu ile ilgili bilgilere sahip olması gerekir. Ancak bu sayede doktor bir toplu iğne veya bir parça pamuk yardımı ile medulla spinalis'in bir segmentinin veya bir spinal sinirin duyusal fonksiyonunun normal olup olmadığını değerlendirilebilir. Dermatom haritalarını incelerken, üst ekstremitelerinin embryolojik gelişimine bağlı olarak alt cervikal ve birinci thorakal spinal sinirin ramus anterior'larının gövdenin ön yüzünün deri duyusunu almadıklarını ve ikinci kıkırdak costa hizasında dördüncü cervikal dermatomun ikinci thorasik dermatom ile devamlılık gösterdiğini hatırlamak gerekir. Baş bölgesinin duyu inervasyonunda; n. trigeminus (5. kranial sinir) yüz bölgesi ile saçlı derinin büyük bir kısmını inerve eder ve bunun inerve ettiği duyu alanı ikinci cervikal spinal segment ile devamlılık gösterir.

Dermatomlar üst ekstremitelerin uzun eksenleri boyunca longitudinal olarak yerleştiklerinden, ekstremitelerin medial ve lateral kenarlarının uzun eksenleri boyunca bir toplu iğneyi veya bir parça pamuğu dokundurarak duyular test edilebilir. Gövdede ise dermatomlar horizontal olarak uzanır, böylece stimulus vertikal bir yönde tatbik edilerek uygulanır.

Kasların Segmental İnervasyonu

İskelet kaslarının pek çoğunun birden fazla spinal sinir tarafından inerve edildiği ve bu sinirlerin medulla spinalis'in aynı numaralı segmentlerine ait olduğunu hatırlamak önemlidir. Medulla spinalis'in tek bir segmentinin travma veya tümör basısına bağlı olarak tam harabiyeti, bu segment tarafından inerve edilin tüm kaslarda kas zayıflığına yol açar. Bir kasta tam paralizi oluşturabilmek için, medulla spinalis'in birbirini takip eden pekçok segmentinin harap edilmesi gerekir.

Plexus cervicalis, plexus brachialis ve plexus lumbosacralis ile ilgili olarak medulla spinalis'in cornu anterior'unda bulunan motor nöron'ların aksonları periferik sinirlerde dağılır. Bunu bilen bir doktor medulla spinalis'in bir segmentinde bulunan lezyonu, radix anterior lezyonunu, spinal sinir lezyonunu veya periferik sinir lezyonunu birbirinden ayırabilir. Örneğin; medulla spinalis'in 5. 6. ve 7. cervikal spinal segmentlerinden sinir lifleri alan n. musculocutaneus; m. biceps brachii, m. brachialis ve m. coracobrachialis'i inerve eder. N. musculocutaneus kesildiğinde bu kaslarda paralizi meydana gelir. 5.,6. ve 7. servikal spinal segmentlerin veya bunların radix anterior'larının veya spinal sinirlerinin lezyonlarında bu kasların paralizisinin yanısıra, m. deltoideus, m. supraspinatus, m. teres minor ve m. infraspinatus gibi diğer kaslarda da parsiyel paralizi gelişir.

M. biceps brachii, m. triceps brachii, m. brachioradialis, karın ön duvarı kasları, m. quadriceps femoris, m. gastrocnemius ve m. soleus'un segmental inervasyonu bilinmelidir. Bunun nedeni, bu kasların refleks kontraksiyonlarını değerlendirerek bunların test edilmesinin mümkün olmasıdır (detaylı bilgi için bkz. s.100).

Kas Tonusu

İskelet kası tonusu, bir kasta bulunan az sayıdaki kas lifinin her zaman tam kontraksiyon durumunda olmasına bağlı olarak oluşur. Kas tonusu kasın kendisinde bulunan afferent sinir sonlanmaları ile refleks olarak kontrol edilir. Refleks arkının herhangi bir yerinde bir bozukluk olduğu takdirde kas tonusu kaybolur. Radix posterior'un sifilize bağlı olarak tutulumu (tabes dorsalis), cornu anterior'da bulunan motor nöronların harabiyeti (poliomyelitis veya syringomyeli'de olduğu gibi); travma veya tümör basısına bağlı olarak medulla spinalis'in bir segmentinin harap olması; radix anterior'un kesilmesi; prolapse olmuş bir discus intervertebralis'in bir spinal sinire bası yapması ve bir periferik sinirin kesilmesi (kurşun yaralanmasında olduğu gibi) bu konu ile ilgili bazı örneklerdir. Tüm bu klinik olaylar kas tonusunun kaybına yol açacaktır.

Kas tonusunun sağlanmasındaki temel mekanizmanın, spinal segmental reflekslerin bütünlüğüne bağlı olduğu düşünülmektedir. Bu refleks aktivitenin beyinin tüm seviyeleri ile medulla spinalis'den gelen ve cornu anterius'da bulunan nö-

ron'lar tarafından alınan sinirsel uyarılardan etkilendiği unutulmamalıdır. Spinal şok, medulla spinalis hasarını takiben ortaya çıkar ve nöron'ların fonksiyonel aktivitelerinin kaybı sonucu gelişir. Spinal şokta kas tonusu azalır. Cerebellar hastalıklarda da kas tonusu azalır. Bunun nedeni cerebellum'un gerilme refleksini kolaylaştırmasıdır. Formatio reticularis normalde kas tonusunu artırır; fakat bunun aktivitesi daha yüksek cerebral merkezler tarafından inhibe edilir. Bu nedenle, travmaya veya bir hastalığa bağlı olarak daha yüksek cerebral merkezlerin kontrolunun bozulması halinde; inhibisyon ortadan kalkar ve kas tonusu artar (decerebrate rigidity). Kasların kendilerinin primer dejenerasyonu (myopatiler) kas tonusunun kaybına yol açabilir. Bunu unutmamak gerekir.

Postür

Bireyin postürü kas tonusunun derecesine ve dağılımına bağlıdır. Buna bağlı olarak da kası inerve eden motor nöron'ların aktivitesi ile ilişkilidir. Medulla spinalis'in cornu anterior'unda bulunan motor nöron'lara, radix posterior'lardan ve beyin ile medulla spinalis'in değişik seviyelerinde yer alan inen yollardan çok sayıda sinirsel uyarılar gelir. Tüm bu sinirsel etkilerin başarılı bir şekilde koordinasyonu sonucu normal postür ortaya çıkar.

Birey ayakta dik durur pozisyonda iken, ekstremite ve gövde kaslarında çok az bir kas aktivitesi mevcuttur. Bunun nedeni vücudun herhangi bir parçasının yerçekimi merkezi; temelde bu vücut parçasının ağırlığının yöneldiği eklemlerin üzerinde bulunur. Bundan başka, kalça eklemi ve diz eklemi gibi birçok eklemde ligament'ler çok güçlü olup vücudu ayakta dik pozisyonda tutmak için desteklerler. Bununla birlikte, tüm kaslarda paralizi geliştiği takdirde kişinin ayakta duramayacağını da hatırlamak gerekir. Kişi öne, arkaya veya yanlara doğru düşmeye başladığında, kas iğcikleri ve diğer gerilme reseptörleri hemen aktivitelerini artırır ve refleks arkları devreye girer. Buna bağlı olarak da refleks kompansatuar kas kontraksiyonları ortaya çıkar. Bu kontraksiyonlar denge durumunu düzeltmeye çalışır. Gözler ve labyrinthus membranaceous'daki reseptörler de dengenin sağlanmasında çok önemli fonksiyonlara sahiptir. Ayakta dik durur pozisyonun sağlanmasında gözlerin önemi, normal bireyde kolayca test edilebilir. Gözler kapatıldığında, birey hafifçe sallanmaya eğilim gösterir. Bunun nedeni bireyin gözleri kapalı konumda iken, dengesini sağlayabilmek için kas ve labyrinthus'da bulunan reseptörlere güvenmesi gerektiğidir.

Kas tonusundaki patolojik bir değişiklik postürü etkileyecektir. Örneğin; hemiplejide veya Parkinson hastalığında hipertonisite mevcut olup buna bağlı olarak da postür değişecektir. Cerebellar hastalıklarda görüldüğü gibi, hipotonisite geliştiğinde, lezyonun bulunduğu omuzda düşüklük olduğu farkedilir. Antigravite kaslarını inerve eden periferik sinirlerin lezyonlarında düşük el (n. radialis) ve düşük ayak (n. peroneus communis) tabloları karşımıza çıkar.

Muskuler Aktivitenin Klinik Olarak İncelenmesi

Kas Gücü

Hastadan muayene edilecek olan kasın primer olarak sorumlu olduğu hareketleri yapması istenir. Daha sonra hastaya her hareketi dirence karşı yapması söylenir ve vücudun her iki yarısında bulunan kasların güçleri birbirleri ile karşılaştırılır. Kası inerve eden periferik sinirin kesilmesi veya medulla spinalis'in cornu anterius'unda bulunan nöronları etkileyen hastalıklar (ör. poliomyelitis) kasın gücünü azaltır veya etkilenen kaslarda paraliziye neden olur.

Kas Yıkımı

Motor sinirin kesilmesini takiben 2-3 hafta içeresinde ortaya çıkar. Ekstremitelerde bunu test etmenin en kolay yolu etkilenmiş olan kasın bulunduğu yerde, belirli bir noktadan ekstremitenin çapının ölçülmesi ve elde edilen değerlerin karşı ekstremitede de aynı referans noktaları kullanılarak yapılmış olan ölçümler ile karşılaştırmaktır.

Kas Fasikülasyonu

İlerleyen muskuler atrofi gibi cornu anterius'daki nöronları etkileyen kronik hastalıklarda, hastada sıklıkla kas lifi gruplarının seğirmeleri gözlenir.

Muskuler Kontraktür

Muskuler kontraktür genelde paralizi gelişmiş kaslara zıt yönde fonksiyon gören kaslarda rastlanır. Kaslar kontraksiyon yapar ve sürekli olarak bir kısalma gösterir..

Kas Tonusu

Tonusu olmayan bir kasta basit spinal refleks arkları fonksiyon yapamaz. Böyle bir kasın kontraksiyonu yoktur (noncontractile) ve palpasyon da hamur kıvamındadır. Tonus kaybının derecesi eklemleri pasif olarak hareket ettirerek ve vücudun her iki tarafındaki kasların hareketlere karşı olan rezistanslarını (dirençlerini) karşılaştırarak test edilir. Kas tonusundaki artış formatio reticularis üzerindeki cerebral inhibisyonu ortadan kaldırarak sağlanır (Bkz. s. 168).

Kas Koordinasyonu

Hastaya gözleri açık iken baş parmağının ucunu burnunun ucuna dokundurması söylenir ve daha sonra gözleri kapalı iken aynı hareketi yapması istenir. Buna benzer bir test, hasta sırt üstü yatar pozisyonda iken alt ekstremitelerde yapılabilir. Hastaya gözleri açık iken bir taraf topuğunu karşı tarafın dizine getirmesi söylenir. Daha sonra ise aynı hareketi gözleri kapalı iken yapması istenir.

Başka bir test ise, hastaya her iki ön kolunu hızlı bir şekilde supinasyon ve pronasyona getirmesi söylenir. Muskuler aktiviteyi kontrol eden cerebellum hastalıklarında, bu hızlı ve tekrarlayıcı hareketlerin yapılmasında bozukluklar görülür.

Kasların İstemsiz Hareketleri

Tik: Bir veya daha fazla kası tutan koordine, tekrarlayıcı harekettir.

Koreiform hareketler: Bunlar tekrarlanmayan (nonrepetitive), hızlı sarsıntılı, irregüler hareketlerdir. Hızlı yüz buruşturmalar, başın veya ekstremitelerin ani hareketleri bu duruma örnek olarak gösterilebilir.

Atetoz: Yavaş, kıvırma hareketleri olup genelde ekstremilerin distal segmentlerini tutar.

Tremor: Bir eklemde bulunan agonist ve antagonist kasların birbirini takip eden kontraksiyonlarıdır (alternating contraction).

Myoklonus: Kasın bir bölümünün, veya tüm kasın veya bir grup kasın şok benzeri muskuler kontraksiyonlarıdır.

Tonik spazm: Bu terim, bir kasın veya bir grup kasın, epilepsi nöbetinin tonik fazında olduğu gibi devamlı olarak kontraksiyon yapmalarını ifade eder.

Nörolojik Duyusal ve Motor Semptomlar - Bunlar Her Zaman Primer Nörolojik Orijinli midir?

Nörolojik teşhis, lezyonun yerinin tespit edilmesine ve hastalığa sebep olan patolojinin tipine bağlıdır. Doktor sinir sistemini ayrı bir sistem olarak düşünmemelidir, çünkü nörolojik semptom ve bulgular temelde başka sistemleri tutan patolojilere bağlı olarak gelişebilir. Örneğin, serebral embolizm, koroner trombozu olan bir hastanın ventriculus duvarında kan pıhtısının oluşmasına yol açar. Serebral abseye bağlı olarak akciğer absesi görülebilir. Pekçok hastada yapılan nörolojik muayene, diğer sistemleri de içine alan daha genel bir fizik muayene ile birlikte uygulanmalıdır.

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ

1. Bir otomobil kazasını takiben 20 yaşında bir erkek hasta acilde değerlendirildi. Bir komplikasyon olarak medulla spinalis yaralanmasının eşlik ettiği, dördüncü göğüs omurunun kırığa bağlı yer değiştirmesi tanısı konuldu. Traktusların kalıcı olarak hasarlanmasını önlemek üzere medulla spinalis üzerine olan baskıyı kaldırmak amacı ile laminektomi yapıldı. Medulla spinalis içindeki bir sinir traktusu nedir? Bu, bir periferik sinirden yapısal olarak nasıl ayrılır?
2. Multiple sklerosis, sinir sisteminin demiyelinatif hastalıklarından biridir. Sinir sisteminin diğer bir çok hastalığı da sinir liflerinin miyelin kılıflarının yapısal olarak bozulduğu benzer patolojik görünüme sahiptir. Miyelinizasyon, (a) periferik sinirlerde ve (b) merkezi sinir sistemi traktuslarında normal olarak nasıl oluşur? Sinirlerin miyelinizasyonu genellikle ne zaman oluşur?
3. Miyelin kılıfının, periferik sinir sistemi içinde Schwann hücrelerinin akson üzerinde rotasyonu ile oluştuğu, böylece plazma zarının akson çevresinde bir spiral şeklinde defalarca sarıldığı söylenir. Merkezi sinir sisteminde, oligodendrositler de benzer bir şekilde miyelin oluşturmak için aksonlar üzerinde rotasyon yaparlar mı?
4. Bir sokak kavgasına karışan 26 yaşındaki bir adam, yaklaşık humerus'un orta seviyesinde olmak üzere sağ koluna bir bıçak yarası alıyor. Fizik muayenede n. medianus'un kesildiği ortaya çıkıyor. Motor kayıp m. flexor carpi ulnaris ve m. flexor digitorum profundus'un iç yarısı dışında kalan önkol pronator kaslarını, el bileğinin ve parmakların uzun fleksör kaslarını içeriyordu. Bunun sonucu olarak, sağ önkol supinasyonda kalmıştı; el bileği fleksiyonu zayıflamıştı ve adduksiyonla birlikteydi. Fleksiyon hareketine adduksiyonun eşlik etmesinin nedeni m. flexor carpi radialis'in felci ve m. flexor carpi ulnaris ile m. flexor digitorum profundus'un medial yarısının çekme etkisidir. Mm. interossei'nin çalışması sonucunda işaret ve orta parmakların artt. metacarpophalangeales'inde zayıf fleksiyon hareketi sağlanmakla birlikte bu parmakların artt. interphalangeales'inde fleksiyon hareketi yapılamaz. Hastadan sağ elini yumruk yapması istendiğinde yüzük ve küçük parmakları bükülürken; işaret ve daha az oranda olmak üzere orta parmağı düz durma eğiliminde idi. Son iki parmak m. flexor digitorum superficialis'in kullanılamaması nedeniyle güçsüzdü. Başparmağın son falanksının fleksiyonu m. flexor pollicis longus'un felcinden dolayı yapılamıyordu. Tenar kaslar felç olmuştu, sağ el baş parmağı dışa rotasyonda ve adduksiyonda idi.

   Sağ el derisinin duyu kaybı, avuç içinin dış yarısı ile dıştaki üç buçuk parmağın palmar yüzünü içeriyordu. Dıştaki üç buçuk parmağın dorsal yüzlerinin distal bölümlerinde de duyu kaybı vardı.

   Duyu kaybının olduğu deri alanları, normalden daha sıcak ve kuru idi; bu da vazomotor değişiklikleri kanıtlıyordu. Bu, sempatik sinir kontrolünün kaybının sonucunda arteriolar dilatasyona ve terlemenin olmamasına bağlı idi.

   (a) Kesi alanının proksimal ve distalinde kalan, n. medianus bölümlerinde oluşan değişiklikleri tanımlayınız. (b) Bu vakayı nasıl tedavi ederdiniz? (c) Sinirin yeterli düzeyde rejenere olduğunu gösteren ilk belirti ve bulgular neler olacaktır? (d) İlk önce hangi fonksiyon geri döner, duyu mu, motor mu? (e) Sinirin rejenere olması ve sonuç organlarına ulaşması yaklaşık ne kadar zamanda olur?
5. Sağ tarafında n. facialis felci olan 45 yaşında bir kadın hasta muayene edildi. Sorgulamada üç yıl önce soğuk bir günde üstü açık bir otomobil gezisi sonrasında yüzünün sağ tarafında bir zayıflık olduğunu ve tat duyusunun da kısmen kaybolduğunu söyledi. Bell paralizisi tanısı kondu. Bell paralizisi nedir? Bu hastayı nasıl tedavi ederdiniz?
6. Beş küçük çocuğu olan bir aile eski bir eve taşındı. Altı ay sonra anne, bir yaşındaki oğlunun uykulu ve sakin bir hale geldiğini farketti. Oysa önceden çok aktifti ve evin her yerini emekliyordu, şimdi ise oyuncaklarına ilgi göstermeden yerde yatma eğilimindeydi. İştahı azalmıştı ve çok kabızdı. Anne, tam oğlunu giydirirken, çocuk aniden bir nöbet geçirdi ve anne onu bir pediatriste götürmeye karar verdi. Muayenede, dişeti ile dişler arasındaki koyu çizginin dışında kayda değer hiçbir bulgu yoktu. Daha ileri sorgulamada, anne, çocuğun ev dışındaki parmaklıklarda bulunan soyulmuş boyaları emmekten hoşlandığını söyledi. Kronik kurşun zehirlenmesi tanısı kondu. Bu tanı, kandaki kurşun seviyesinin 100 ml'de 50 mg gibi aşırı bir düzeyde tespiti ile teyit edilmiş oldu. Kurşunun sinir sistemi üzerindeki etkisi nedir?
7. Elli dört yaşında bir erkek hasta aniden n. ischiadicus'un dağılım alanında her iki bacağına doğru yayılan şiddetli bir ağrı farketti. Aynı zamanda perineum ve gluteal bölgelerinde uyuşma olduğunu ve son zamanlarda idrarını ya da dışkısını tutamadığını da farketti. İçüncü ve dördüncü bel omurları arasındaki discus intervertebralis'in orta hattan arkaya doğru protrüze olduğu (çıkıntı yaptığı) tanısı konuldu. Belirtilere göre cauda equina üzerine yukarıdan baskı olduğu açıktı. Cauda equina'da rejenerasyon olabilir mi?
8. Tetanoz toksininin yaralanma bölgesinden merkezi sinir sistemine hangi anatomik yolla geçtiği kabul edilir?
9. Bir otomobil kazasını takiben, sağ tarafında beşinci ve altıncı kaburgalarında kırıkları olan 35 yaşındaki bir erkek hasta acil serviste muayene edildi. Doktor, hastanın nefes alırken çektiği ağrıyı ve rahatsızlığı gidermek amacıyla, sinirlerin çevresine bir lokal anestetik, lidokain (Xylocaine) enjekte ederek beşinci ve altıncı n. intercostalis'leri bloke etmeye karar verdi. Lokal anestetik ajanların sinir lifleri üzerine etkisi nedir? Geniş çaplı sinir lifleri mi, yoksa dar çaplı olanlar mı ilaçtan daha fazla etkilenir?

10. 65 yaşındaki bir erkek hasta, bir toplantıdan eve dönüşte merdivenleri çıkamadığını gördü. Çok fazla miktarda viski içmişti ve bacaklarının kontrolünü kaybetmiş gibi gözüküyordu. Koridorda bir sandalyeye oturdu ve hemen sağ kolu sandalyenin arkalığından sarkacak şekilde derin bir uykuya daldı. Ertesi sabah, şiddetli bir baş ağrısı ile uyandı, sağ kolunu ve elini kullanamıyordu. Acilde yapılan muayenesinde, hastada plexus brachialis'in truncus medialis'ine ait dalları ile n. radialis'i tutan şiddetli bir felç olduğu görüldü. Hastalığın tanısı, sandalyenin arkalığının etkilenen sinirlere basısı sonucunda oluşan neuropraxia idi. Neuropraxia nedir? Bu, axonotmesis ve neurotmesis'den nasıl ayırt edilir. Bu hastada prognoz nasıldır? Bu olguyu nasıl tedavi ederdiniz?
11. Tanınmış bir politikacı bir atıcılık yarışmasına katılıyordu. Aniden önünde yürümekte olan bir genci sırtından vurdu. Acil serviste yapılan muayene sırasında, merminin eğik bir trase ile arkadan girdiği ve sekizinci göğüs omuru seviyesinde columna vertebralis'e gömüldüğü saptandı. Hasta, bu seviyeden aşağıda hiç bir şey hissetmiyordu ve belden aşağısı felçli idi. Bir laminektomi ameliyatı yapılarak mermi çıkartıldı. Medulla spinalis'de önemli düzeyde hasar olduğu belirlendi. Sinir lifleri hasarlandığında medulla spinalis'de oluşan değişiklikler nelerdir? Merkezi sinir sisteminde rejenerasyon olur mu?
12. 18 yaşındaki bir kadın sağ el parmaklarının uç kısımlarında yanıkların bulunması ve bu yanan yerleri hissetmemesi şikayetleri ile doktoruna başvurur. Aynı zamanda, sağ elinde bir güçsüzlüğün bulunduğundan da yakınmaktadır. Fizik muayene sağ el parmaklarında skar dokusunun geliştiği farkedildi. Sağ elde bulunan küçük kaslarda da belirgin bir atrofi mevcut idi. Hastanın tüm vücut derisinde duyu modaliteleri test edildiğinde, sağ üst ekstremitenin distal parçasında ağrı ve ısı duyularının total olarak kaybolduğu tespit edildi. Sol elde ise ağrı ve ısı duyularında bir azalma mevcut idi. Sağ eldeki küçük kaslarda belirgin bir kas güçsüzlüğü olduğu teşhis edildi ve sol eldeki kaslarda da hafif bir güçsüzlük mevcut idi. Hastaya syringomyeli teşhisi konuldu. (a) Nöroanatomi bilgilerinizi kullanarak, ağrı ve ısı duyuları ile ilişkili olan duyusal sinir sonlanmaları tiplerini tarif ediniz. (b) Kutanöz (deri) ağrı ve ısı duyuları kaybı mevcut ise, bunu tespit etmek amacıyla hastayı ne şekilde muayene edersiniz?
13. 35 yaşındaki bir erkek yürürken yolda çukur kazan işçilerin yanından geçer. Aniden sol gözünde yabancı bir cismin bulunduğunu farkeder. Cornea'nın çok sensitif olmasına bağlı olarak hasta aşırı bir rahatsızlık hisseder. Cornea'da hangi duyusal sonlanmalar bulunur? Cornea, ağrı haricinde diğer stimulus'lara duyarlı mıdır?
14. 60 yaşındaki bir erkek hasta yüzünün sağ yarısının orta kısmında son 3 aydan beri var olan şiddetli ve bıçak saplanır tarzı bir ağrı nedeniyle doktoruna gider. Ağrılar birkaç saniyede sonlanıyor, fakat pekçok kez tekrarlıyordu. Hasta doktoruna"bugüne kadar duyduğum en şiddetli ağrı" kelimeleri ile ağrısını tarif ediyordu. Hasta, yüzüne doğru gelen bir soğuk hava akımının veya temporal bölgede yer alan birkaç saç telinin dokunmasının ağrıyı ortaya çıkarabildiğini farketti. Fizik muayenede n. trigeminus ile ilgili motor veya duyu kaybının bulunmadığı anlaşıldı. Sonuçta trigeminal nöralji teşhisi konuldu. Nöroanatomi bilgilerinizi kullanarak, saçların dokunma duyusuna karşı niçin hassas olduklarını açıklayınız.
15. 50 yaşındaki bir erkek hastaya tabes dorsalis teşhisi konuldu. Fizik muayenede, ağrı duyusu kaybınıda içeren, sfiliz ile ilişkili pekçok bulgu tespit edildi. Tendo calcaneus'un veya testis'lerin şiddetli bir şekilde şıkıştırılmasına hasta yanıt vermiyordu. Nöroanatomi bilgilerinizi kullanarak ağrı duyusunun normalde nasıl olarak algılandığını anlatınız.
16. Bir hastanın fizik muayenesi sırasında, doktor hastaya bacak bacak üzerine atmasını ve bacak kaslarını gevşetmesini söyler. Daha sonra, sol ligamentum patellae refleks çekici ile muayene edildi ve hemen muayeneye başlandığında istemsiz olarak sol diz ekleminde parsiyel bir ekstansiyon olduğu görüldü (knee-jerk testi pozitif idi). Santral sinir sistemi m. quadriceps femoris'den hangi şekilde sinirsel bilgileri alarak diz eklemine refleks ekstansiyon yaptırır?
17. 55 yaşında bir erkek hastada medulla spinalis'i tutan sfiliz mevcut idi. Bu hasta tabes dorsalis'in karakteristik semptom ve bulgularını gösteriyordu. Son 6 aydan beri abdomen bölgesinde ve bacaklarında şiddetli, bıçak saplanır tarzda ağrılar mevcut idi. Hastaya yürümesi söylenildiğinde, ancak adımlarını takip ederek yürüyebiliyordu ve yürüyüş esnasında ayaklarını yere vuruyor idi. Hastanın alt ekstremitelerinin pozisyonunu anlamasını ve vibrasyon duyusunu nasıl test edersiniz? Nöroanatomi bilgilerinizi kullanarak, normal bir kişinin ekstremitelerinin pozisyonunu anlamasını ve vibrasyon duyusunu nasıl değerlendirdiğinizi belirtiniz.
18. Farmakoloji bilgilerinizi kullanarak, iskelet kasındaki sinir-kas kavşaklarında kompetitif bloke edici ajanlar olarak görev yapan iki ilacın ismini belirtiniz. Bu ajanların kompetisyona girdikleri kimyasal maddenin ismini yazınız. Bloke edici ajanların etkilerini gösterdikleri yerlerin isimlerini belirtiniz.
19. Postsinaptik membran'da depolarizasyon oluşturarak iskelet kasında flaccid paralizi'ye neden olan bir ilacın ismini yazınız.
20. Ciddi besin zehirlenmesi vakalarında clostridium botulinum sorumlu tutulmuştur. Bu mikroorganizma solunum kaslarının paralizisine nasıl sebep olur?
21. Ortopedi uzmanı immobilize edilen bir ekstremitedeki kas atrofisinin derecesinin kaslara giden motor sinirlerin kesilmesi ile ortaya çıkan kas atrofisinden çok farklı olduğunu söyler. Cerrah tıp öğrencisinden aralarındaki farkı açıklamasını ister. Kas atrofisinin derecesini değerlendirmek için bu değişiklikleri nasıl açıklayabilirsiniz?
22. 57 yaşındaki bir erkek doktora sağ gluteal bölgesinde ağrısı olduğunu söyler. Bu ağrı sağ ekstremitede aşağı doğru devam edip; uyluğun arka bölgesine, bacağın dış ve arka kısımlarına ve ayağın dış kenarına yayılıyordu. Hasta daha önceden geçirilmiş bir travma tarif etmiyordu, fakat ağrının 3 ay önce hafif, sönük bir sırt ağrısı şeklinde başladığını ifade ediyordu. Bu zamandan

beri ağrının şiddetinin arttığını ve sağ ekstremite boyunca aşağı doğru yayıldığını söylüyordu. Ağrının kaybolup kaybolmadığı sorulunca; iki farklı zamanda ağrının şiddetinin azaldığını, fakat sırt bölgesinin sürekli olarak kasılmış halde olduğunu söyledi. Ağrı eğilmekle, öksürmekle veya hapşırmak ile artıyordu. Bazen sağ ayağının dış kenarı boyunca iğnelenmeler tarif ediyordu. Fizik muayene sonucu, lumbar bölgedeki discus intervertebralis'in herniasyonu teşhisine varıldı. Anatomi bilgilerimizi kullanarak, en fazla hangi discus intervertebralis'de herniasyon olabileceğini belirtiniz.

23. 61 yaşındaki bir kadın, göğsünün sol tarafındaki yanıcı ağrı şikayeti ile doktora başvurdu. Üç gün sonra solda 5. intercostal aralıkta deri üzerinde bir grup lokalize papül oluştu. Birgün sonra papüller, veziküler bir görünüm aldı. Birkaç gün sonra ise veziküler kuruyarak kabuk şekline dönüştü. Bu kabuklar ise daha sonra deriden ayrılarak yerlerinde küçük ve kalıcı izler bıraktı. Hasta aynı zamanda göğsünün sol tarafında duyu kaybı bulunduğunu da farketti. Hastaya herpes zoster teşhisi konuldu. Anatomi bilgilerinizi kullanarak hastalıktan etkilenmiş olan medulla spinalis segmentini belirtiniz.
24. Bir hastada baş ve boyun derisinin duyusal inervasyonunu değerlendirirken, tıp öğrencisi baş ile boyunun birleşme yerindeki ve boyun ile thorax'ın birleşme yerindeki dermatomal şemasını hatırlamakta güçlük çeker. Bu bölgede bulunan dermatomlar özel bir şekilde mi düzenlenmiştir? Eğer böyle ise, bunun sebebi nedir?
25. 30 yaşındaki bir erkekte yapılan fizik muayenede, bilateral olarak m. rhomboideus, m. deltoideus ve m. biceps brachii'de kas zayıflığı ve kas tonusunda azalma tespit edildi. Kas zayıflığının derecesi sağda daha fazla idi. Biceps tendon refleksi sağ tarafta mevcut değildi ve sol tarafta ise azalmıştı. M. triceps brachii refleksi her iki tarafta da normal idi. Gövde ve alt ekstremite kaslarının tonusu artmış ve spastik paralizi bulguları vardı. Columna vertebralis'in yapılan radyolojik incelenmesinde canalis vertebralis'de bulunan bir tümöre bağlı olarak vertebral harabiyet bulguları saptandı. Anatomi bilgilerinizi kullanarak aşağıdaki soruları cevaplayınız. (a) Canalis vertebralis içinde yer alan bir tümör muhtemelen hangi vertebra seviyesinde yerleşir? (b) Tümörün bası yaptığı medulla spinalis segmentlerini bulunuz. (c) M. biceps brachii tendon refleksinden sorumlu olan refleks arklarında hangi medulla spinalis segmentlerinin rol oynadığını belirtiniz. (d) Alt ekstremite kaslarında tonus artmış iken m. rhomboideus ve m. deltoideus'da görülen azalmış kas tonusunun sebebi nedir?
26. İskelet kası tonusunda kayıba yol açan üç klinik durumunu belirtiniz.
27. 69 yaşındaki bir erkekte ileri derecede tabes dorsalis mevcut idi. Hasta gözleri kapalı, ayak parmakları bitişik halde iken aniden şiddetli bir şekilde sallanmaya başladı ve eğer hemşire kolundan tutmasaydı hasta yere düşecekti (Romberg testi pozitif). Hastanın ayakta durabilmesi için niçin gözlerinin açık kalması gerektiğini belirtiniz.
28. Orta derecede Parkinson hastalığı olan 63 yaşındaki bir hastaya soyunması söylenir ve daha sonra muayene odasında düz bir çizgi üzerinde yürümesi istenir. Doktor, hastanın başının ve omuzlarının ileri doğru eğildiğini, kollarının hafifçe abduksiyon durumunda olduğunu, dirsek eklemlerinin fleksiyonda, el bilek eklemlerinin hafifçe ekstansiyonda, parmaklarının articulatio metacarpophalengeales'de fleksiyonda ve articulatio interphalangeales'de ekstansiyonda olduğunu tespit eder. Hasta yürümeye başladığında öne doğru eğilmişti ve ayaklarını yavaş yavaş sürüyerek yürüyordu. Öne doğru daha fazla eğildikçe bacaklarını daha hızlı hareket ettiriyordu ve böylece odada koşar adımlarla dolaşıyordu. Hastada maske yüzü mevcuttu ve yüzünde çok az mimik farkedilebiliyordu. Ellerinde kaba tremor görülüyordu. Üst ve alt ekstremite kaslarında eklemler pasif olarak hareket ettirildiğinde birbirine ters yönde hareketler yaptıran kas gruplarında tonus artışı mevcuttu. Parkinson hastalığı veya Parkinson sendromu pek çok patolojik duruma bağlı olarak ortaya çıkabilir. Genelde corpus striatum'un veya substantia nigra'nın veya her ikisinin normal fonksiyonundaki bozukluğa bağlı olarak ortaya çıkar. Kas hareketleri ile ilgili anatomi ve fizyoloji bilgilerinizi kullanarak bu önemli sendromda görülen değişik bulguları açıklayınız.
29. 10 yaşındaki bir kız 6 aydan beri mevcut olan epilepsi atakları nedeniyle nörolog'a getirilir. Anne ve babası atakların gövde, kol ve bacakların ani istemsiz hareketleri şeklinde başladığını söylüyordu. Bazen kas hareketleri önemsizdi fakat diğer zamanlarda kas hareketleri o kadar şiddetliydi ki elindeki bir objeyi adeta fırlatır gibi hareketler yapıyordu. Diğer zamanlarda, kas tonusunun ani olarak kaybına bağlı olarak hasta yere düşüyordu. Yere çarptığında, hasta aniden ayağa kalkıyordu. Bir defasında başını ve omzunu masa ile sandalyeye çarparak ciddi bir şekilde yaralanmıştı. Bir ay önce anne ve babası kızlarında kısa süreli bir şuur kaybı olduğunu fark etti. O sırada çocuk normal bir şekilde konuşurken birden konuşması kesilmiş, bakışları fikse olmuştu. Bir kaç saniye sonra uyanmış ve konuşmasına devam etmişti. Bu hastada petit-mal epilepsi bulguları mevcuttu. Gövde veya ekstremite kaslarının ani, istemsiz kontraksiyonları için doğru terim nedir? Tüm kas tonusunu aniden kaybeden ve yere düşen bir hastanın teşhisi ne olabilir?
30. Amiyotrofik lateral skleroz teşhisi konulmuş 45 yaşındaki bir erkek hasta, üçüncü sınıf öğrencisi tarafından muayene edildi. Öğrenci muayenede, sağda diz eklemi ve ayak bileği eklemindeki fleksor ve ekstensor grup kasların sol taraf kaslarından daha zayıf olduğunu tespit etti. Bununla birlikte, sol taraf kaslarında normalden bir miktar zayıflamış oldukları görüşünde idi. Sağda uyluğun ekstensor grup kaslarının palpasyonunda; m. quadriceps femoris'in kas liflerinde seğrimeler olduğunu tespit etti. Her iki bacak kaslarında belirgin bir atrofi mevcut idi. Her iki ekstremitede de duyu kaybı yoktu. Amiyotrofik lateral skleroz'da medulla spinalis'de ve beyin sakında cornu anterior'da bulunan motor nöronlarda dejenerasyon bulguları mevcuttur. Buna ilaveten, medulla spinalis'in lateral ve anterior kısımlarında bulunan tractus'larda sekonder olarak dejenerasyon mevcuttur. Bu hastada görülen alt ekstremite kaslarındaki

zayıflık ve atrofinin nedeni sizce ne olabilir? Sağ dizindeki ekstensor grup kasların kas liflerinde görülen seğrimeler için doğru olan klinik terimi belirtiniz.

31. 12 yaşındaki bir kıza cerebellum'da medulloblastoma teşhisi konulmuştur. Klinik ve radyolojik incelemeler tümörün sağ serebellar hemisfere invaze olduğunu gösteriyordu. Cerebellum'un motor aktivitenin koordinasyonundan sorumlu olduğunu ve böylece antagonist kas grubları ile ilişkili olan kompleks istemli hareketlerin hatasız bir şekilde gerçekleştirildiğini bilerek; serebellar fonksiyon kaybını demonstre etmek amaciyla neleri test edersiniz? Her bir parametre için yapacağınız testi tarif ediniz.

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. Sinir traktusları, beyinde ve medulla spinalis'de bulunan, çoğunluğu miyelinli olan sinir liflerinin oluşturduğu demetlerdir. Miyelinli bir sinir traktusu ile miyelinli bir periferik sinir lifi arasındaki temel yapısal farklılıkların bir kısmı şunlardır:

   Sinir traktusu
   - Oligodendrosit
   - Mezakson kaybolmuş
   - Schmidt-Lanterman yarıkları var
   - Sinir lifleri nöroglialar tarafından desteklenir

   Periferik sinir lifi
   - Schwann hücresi
   - Mezakson var
   - Schmidt-Lanterman yarıkları var
   - Sinir lifleri bağ dokusu kılıflar (endoneurium, perineurium ve epineurium) tarafından desteklenir.

2. Miyelinizasyon sayfa 71'de ayrıntılı olarak tanımlanmıştır. Miyelin kılıfları fötal gelişme sırasında ve doğumdan sonraki ilk yıl içinde oluşmaya başlar.
3. Hayır. Merkezi sinir sistemine tek bir oligodendrosit 60 adete kadar sinir lifi için miyelin oluşturmaktan sorumludur. Açıkça, Schwann hücrelerinin periferik sinir sisteminde yaptığı şekilde, bir oligodendrositin her bir akson çevresinde rotasyonu mümkün olmayacaktır. Merkezi sinir sisteminde, oligodendrositin çıkıntısının uzunlamasına büyüdüğü ve kendi kendini akson çevresinde sardığı kabul edilmektedir.
4. (a) Bölünmüş bir periferik sinirin proksimal ve distal segmentlerinde oluşan mikroskopik değişiklikler sayfa 107'de ayrıntılı olarak tanımlanmıştır. Distal segmentte oluşan değişiklikler lezyon alanından sinirin uç noktasını da içerecek şekilde distale doğru oluşurken, proksimalde ancak en yakındaki Ranvier düğümüne kadar olan bölümde oluşabildiğini hatırlamak gerekir. (b) Eğer, sayfa 112'de belirtilen açıklamalar akılda tutulursa ve cerrah siniri dikebilecek yeterli deneyime sahip ise, şu tedavinin uygulanması uygun olurdu. Bıçak temiz ise, sinir zaman geçirmeden dikilmelidir ve herhangi bir arteriel hasar varsa onarılmalıdır. Diğer yandan bıçak kontamine ise veya yaralanmanın üzerinden altı saatten fazla bir süre geçmişse sinir önemsenmeden yara tedavi edilmelidir. Bu halde, yara iyileşip bir enfeksiyon belirtisi kalmadığı zaman sinir uçları dikkatle araştırılmalı ve gerilmeksizin sütüre edilmelidir. Her iki halde de, felçli kaslar uygun bir konumda korunmalı ve eklemler günlük olarak yavaşça hareket ettirilmelidir. (c) Rejenere olan aksonlar distal segmente ulaştığı zaman, kesinin distalinde kalan sinir bölümü mekanik uyarılara karşı çok hassas hale gelir (Tinel belirtisi). (d) İlk olarak duyusal iyileşme oluşur. Basınç duyusu iyileşmenin ilk belirtisidir. Bunu sırasıyla, kan damarlarının vazomotor kontroluyla deriye ait yüzeysel ağrı duyusunun dönüşü, daha sonra sıcak ve soğuk duyularının dönüşü ve en sonunda hafif dokunma ve taktil diskriminasyonun tekrar belirmesi izler. Duyusal iyileşme, istemli hareketin geri dönüşünden önce oluşur. (e) Klinik açısından günlük olarak kabul edilen rejenerasyon hızı 1.5 mm'dir. Bu değeri kullanarak, rejenere olan bir sinirin sonuç organlarına ulaşıncaya kadar yaklaşık ne kadar zaman geçeceğini hesaplamak mümkündür.
5. Bell paralizisi, yedinci kranial sinirin (n. facialis) kafatasında canalis nervi facialis içinde enflamasyonuyla ortaya çıkar. Nedeni bilinmemektedir, bununla birlikte sıklıkla soğuğa maruz kaldıktan sonra oluşur. Canalis facialis'in kemik yapıda olmasından dolayı, sinir genişleyemez ve sonuçta baskı altında kalarak iskemiye uğrar. Şiddetli vakalarda, yüzün mimik kasları tek taraflı olarak felç olur ve aynı tarafta olmak üzere dilin ön bölümünde tat duyusu kaybolur. Sinirin fonksiyonu geri dönünceye kadar felçli kasların bütünlüğünü korumak amacıyla masaj uygulamasına gidilmelidir. Hastaların çoğu tamamen iyileşir. Bu hastada, üç yıl sonrasına kadar kalan ciddi bir felç olduğu görülmektedir. N. hypoglossus'un, angulus mandibulae'nin arka ve alt tarafından kesilerek, proksimal ucunun n. facialis'in distal ucuna anastomoze edilmesi birçok vakada başarıyla uygulanan bir tedavidir. Dilin sağ tarafında felç oluşmakla birlikte bu durum, önemli olmayan bir oranda yetmezliğe yol açar. Yüz hareketlerinin yeterli düzeyde geri dönmesi beklenebilir. Hasta, bir ayna karşısında çalışarak, dili yerine yüzünü hareket ettirmeyi öğrenir. Dikkat edilmesi gerekir ki hem n. hypoglossus, hem de n. facialis birer periferik sinirdir ve bu nedenle rejenerasyonları mümkündür. N. hypoglossus'un tamamen motor bir sinir olması nedeniyle prognoz genellikle iyidir.
6. Kurşun, merkezi sinir sisteminde nöronal dejenerasyona, medulla spinalis traktuslarında ve periferik sinirlerde demiyelinizasyona yol açar. Tedavi, çocuğu kurşun kaynağından uzaklaştırmak ve bir şelatif madde olan calcium disodium versenate uygulayarak kurşunu hızla vücuttan uzaklaştırmaya çalışmaktır. Toksik olmayan kurşun versenate idrar ile atılır.
7. Evet. Cauda equina, medulla spinalis'in birinci lumbal segmentinin altında kalan spinal sinirlerin ön ve arka köklerini içerir. Bunlar, endonöríal kılıfları, Schwann hücreleri ile periferik sinirlerdir ve bu nedenle, gereken tedavi bir an önce uygulanırsa rejenerasyon oluşacaktır.

8. Periferik sinirlere boya enjekte edilerek yapılan deneylerin bir sonucu olarak, endoneurium içinde ayrı ayrı sinir lifleri arasındaki aralıklar gösterilmiştir. Bu aralıkların, tetanoz toksininin medulla spinalis'e kadar ulaşmasında bir yol oluşturduklarına inanılmaktadır.
9. Lidocaine, bir sinir lifine uygulandığı zaman sinirde iletimi bloke eden bir lokal anestetiktir. Anestetik, aksolemma üzerine etki eder. Aksolemmanın Na^+ iyonlarını geçirgenliğindeki geçici artışı etkiler ve istirahat halindeki aksonda aksolemmanın K^+, Na^+ ve diğer iyonlara karşı geçirgenliğini azaltır. Küçük çaplı ağrı lifleri üzerine, bu maddenin etkisi daha fazladır.
10. *Neuropraxia*, geçici sinir blokuna verilen terimdir. Basınç en yaygın nedendir ve bu vakada sandalye arkalığının üst kenarının koltuk altında plexus brachialis'e basıncı nedeni ile oluşmuştur. Fonksiyon kaybı, muhtemelen sinir liflerinin iskemisi nedeniyledir. Dejenerasyonu gösteren mikroskopik bir bulgu yoktur. Axonotmesis, aksonların zarar gördüğü fakat çevredeki bağ doku kılıfların bütünlüğünü kaybetmediği sinir lezyonları için kullanılan terimdir. Neurotmesis ise sinirin bütünüyle kesilmesini tanımlayan terimdir.

    Bu hastada prognoz, tam ve hızlı bir iyileşmenin sağlanması açısından mükemmeldir. Felçli kasların, antagonist kaslar tarafından ya da yer çekimi nedeniyle gerilmemesi önemlidir. Bu nedenle uygun askılar uygulanmalı ve eklemler günde bir kez pasif olarak yavaşça hareket ettirilmelidir.
11. Merkezi sinir sisteminde dejenerasyon, periferik sinir sisteminde görülene benzer bir şekilde oluşur. Akson küçük parçalara ayrılır ve parçalar komşu mikroglia hücreleri tarafından sindirilir. Miyelin kılıfı, yine mikroglia hücreleri tarafından fagosite edilen lipid damlacıklarına parçalanır.

    Aksonların filizlenmesiyle görülen bir aksonal rejenerasyon girişimi vardır, fakat fonksiyonun düzeltimesine dair bir kanıt asla oluşmaz. Rejenerasyonun başarısızlığıyla ilgili nedenler sayfa 108'de ayrıntılı olarak açıklanmıştır.
12. Syringomyeli, medulla spinalis'in kronik bir hastalığı olup canalis centralis'in oluşumu sırasındaki gelişimsel bir defekte bağlı olarak ortaya çıkar. Medulla spinalis'de içleri sıvı ile dolu boşlukların oluşumu ile karakterizedir. Bu içi sıvı ile dolu boşluklar yavaş yavaş genişleyerek çevredeki sinir dokusunun harap olmasına neden olur. Bu hastada, boşluk (cavity veya syrinx) medulla spinalis'in alt servikal ve üst torakal segmentlerinde yerleşir. Buna bağlı olarak üst ekstremiteden gelen ağrı ve ısı duyularını taşıyan yollarda harabiyet oluşur. Boşluk, her iki taraftaki ön boynuz motor hücrelerine yayılarak eldeki küçük kaslarda da kas zayıflığının ortaya çıkmasına neden olur.

    (a) Genelde kabul edilen görüşe göre, algılanan duyu tipi spesifik bir reseptör tarafından belirlenmez. Afferent sinir liflerinin gittikleri santral sinir sisteminin spesifik bir sahası ile belirlenir. Serbest sinir sonlanmaları genelde ağrı ve ısı duyuları ile ilgili olan aksonlarla birlikte bulunur. (b) Değişik duyusal modaliteleri test etmek amacıyla hastanın incelenmesi sayfa 115'de anlatılmıştır.
13. Cornea'da bulunan duyusal reseptörler sadece serbest sinir sonlanmalarıdır. Cornea, ağrı duyusuna ilaveten dokunma ve ısı değişikliklerine de duyarlıdır.
14. Tüm kıl folliküllerı zengin bir inervasyona sahiptir. Serbest sinir sonlanmaları, yağ bezinin kanalının giriş yerinin altında follikülün etrafını çevreleyen bir sinir ağı oluşturarak bulunur. Merkel diskleri de follikül'ün epidermis tabakasında yer alır. Kılın gövdesi bir kaldıraç gibi görev yapar. Böylece kılın en küçük bir hareketi kıl folliküllündeki sinir sonlanmalarını stimüle eder. Trigeminal nöralji teşhisi konmuş hastaların kafa derilerinin temporal bölgesi tetikleyici alan olup, bu bölgenin stimülasyonu n. trigeminus'un n. maxillaris dalının dağıldığı yerlerde çok şiddetli ağrı ataklarının başlamasına neden olur.
15. Tendon'ların ve testis'lerin bağ dokusunda çok sayıda serbest sinir sonlanması bulunur. Normalde, bu yapıların sıkılması sızlayan tarzda bir ağrının ortaya çıkmasına neden olur. Tabes dorsalis'de hastalık spinal sinirlerin radix posterior'unda bulunan duyu nöron'larını etkiler.
16. Bir refleks çekici ile ligamentum patella'nın üzerine vurulduğunda, m. quadriceps femoris'in kas iğciklerinde bulunan intrafuzal lifler uzar ve annulospiral ile flower spray sonlanmalar stimüle olur (uyarılır). Sinir impuls'ları medulla spinalis'e n. femoralis'in içinde seyreden afferent nöron'lar ile ulaşır ve L-2,3 ve 4 seviyesinden medulla spinalis'e girer. Afferent nöron'lar medulla spinalis'in gri cevherinde, cornu anterior'da bulunan büyük alfa motor nöron'lar ile sinaps yapar. Sinir impuls'ları daha sonra n. femoralis'deki efferent motor nöronlar ile taşınarak m. quadriceps femoris'in ekstrafuzal kas liflerini uyarır ve böylece bu ekstrafuzal lifler kontraksiyon yapar. Kas iğciği afferent impuls'ları antagonist kasların motor nöronlarını inhibe eder. (Bkz. resiprokal inhibisyon, s. 93).
17. Pozisyon duyusunu test etmek için, hasta supin pozisyonunda durur ve hastaya gözlerini kapatması söylenir. Hastanın ayak baş parmağına ekstansiyon ve fleksiyon hareketleri yaptırılır. Her bir hareketin sonunda ise hastaya "ayak baş parmağın yukarı mı yoksa aşağı mı bakıyor? diye sorulur. Diğer bir basit test ise, hastanın gözleri kapalı iken hastaya sağ topuğunu sol bacağının ön yüzüne getirmesi söylenir. Daha sonra sağ topuğunu sol ayağının sırtına kadar indirmesi söylenir. Daha sonra hastadan aynı işlemi sol topuğunu sağ bacağının üzerine getirerek tekrar etmesi istenir.

    Vibrasyon duyusu, titreşim halindeki diapozom'un sap kısmını tuberositas tibiae'ya, tibia'nın margo anterior'una, malleolus medialis ve malleolus lateralis'e konularak test edilir. Hastaya vibrasyonu ilk hissettiği ve vibrasyonun kaybolduğu zamanlarda haber vermesi söylenir. Her iki ekstremitedeki simetrik noktalar karşılaştırılır ve doktor kontrol olarak kendi ekstremitelerinde vibrasyon duyusunu test edebilir. Normal bir bireyde, pozisyon duyusu santral sinir sisteminin; eklem kapsülündeki ve ligament'lerindeki basınç reseptörlerinden (Pacini korpuskülü), eklemlerdeki ve eklem çevresindeki dokuda bulunan dokunma reseptörlerinden (serbest sinir sonlanmaları) kaslardaki ve tendonlardaki gerilme reseptörlerinden (özellikle nörotendinöz iğcikler) uygun bilgileri almasına bağlıdır.

    Vibrasyon duyusunun normalde yüzeyel ve derin basınç reseptörlerinin uyarılmasına bağlı olduğu düşünülmektedir (Pacini korpuskülleri).

Eklemlerdeki pasif hareketlerin, postural duyarlığın ve vibrasyon duyusunun değerlendirilmesi genelde tabes dorsalis'de kaybolur. Bunun nedeni medulla spinalis'in columna posterior'unun sfilize bağlı olarak harap olması ve radix posterior'ların dejenerasyonudur.

18. d-Tubocurarine, dimethyltubocurarine, gallamine ve benzoquinonium kompetitif bloke edici ajanlara örneklerdir. Bu ilaçlar bir nörotransmitter olan asetil kolin ile kompetisyona girer. Kompetitif bloke edici ajanların motor son plağın postsinaptik membranındaki (sarcolemma), normalde asetil kolin tarafından kullanılan yerler ile bağlandıkları düşünülmektedir.
19. Decamethonium ve succinylcholine motor son plakta depolarizasyon oluşturarak iskelet kasında paralizi oluşturur.
20. *C. botulinum*, motor son plakta asetil kolin salınımını inhibe eden bir toksin oluşturur. Solunum kaslarının felcine bağlı olarak ölüm ile sonuçlanır.
21. Kullanılmayan iskelet kaslarında (örneğin; Kemik kırıkları nedeniyle ekstremitenin immobilize edilmesi durumunda), kullanılmamaya bağlı olarak atrofi gelişir. Kaslar daha uzun süre kullanılmaz ise, atrofinin derecesi de artar ve ciddi vak'alarda kas kütlesi normal kütlesinin 1/4'üne kadar azalabilir. Bir motor sinirin kesilmesini takiben kas liflerinde hızlı bir şekilde atrofi gelişir. Buna bağlı olarak kasın toplam kütlesi 3 ay gibi kısa bir sürede normal kütlesinin 3/4'ü kadar azalabilir. Bu ciddi atrofinin kesin nedeni bilinmemektedir. Kasın normal halini koruyabilmesi, asetil kolin'in ve trofik maddelerin sinir kas kavşağındaki post sinaptik membran'da bulunan sinir terminallerinden sürekli olarak alınmalarına bağlıdır. Son anlatılan mekanizma motor sinirin kesilmesi ve distal ucun dejenere olması durumlarında kesinlikle çalışmaz.
22. Alt ekstremitenin dermatomları ile ilgili bilgileriniz, hastanın ağrısının 5. lumbal ve 1. sacral spinal sinir köklerinin dağildikları alanlarda hissedildiğini bulmanızı sağlar. Bu sinir köklerinin tutulumu genelde 4. ve 5. lumbal discus intervertebralis'in herniasyonuna bağlı olarak ortaya çıkar.
23. Herpes zoster, arka kök ganglionlarının (veya kranial sinirlerin duyu ganglionları), radix posterior veya medulla spinalis'in cornu posterius'unun viral bir enfeksiyonudur. Hasta solda 5. n. intercostalis'in dağıldığı alanda ağrı ve deride erupsiyon tarif etmektedir. Virus solda, medulla spinalis'in 5. segmentinin duyu nöronlarının seyri boyunca bir yerde akut bir enflamasyon oluşturur.
24. N. trigeminus (5. kranial sinir), yüzün büyük bir bölümünün derisini inerve eder. Bunun inferior'unda bulunan en yakın dermatom ikinci servikal spinal sinire aittir. 6-12. kranial sinirler yüzün derisini inerve etmez. Boyun bölgesinin thorax ile birleştiği yerde 4. cervikal dermatom ikinci thorasik dermatom ile devamlılık gösterir; alt servikal ve birinci torakal spinal sinirlerin ramus anterior'ları üst ekstremitenin gelişimi esnasında boyun ve gövde üzerindeki deri dağılımını kaybeder.
25. (a) Fizik muayenede medulla spinalis'in 5. ve 6. servikal spinal segmentleri tarafından inerve edilen m. rhomboideus, m. deltoideus ve m. biceps brachii'de kas zayıflığı teşhis edildi. Bu medulla spinalis segmentleri sırasıyla 6. ve 7. cervical vertebra'ların foramen vertebrale'lerinde bulunur. (b) Medulla spinalis'in 5. ve 6. cervical spinal segmentlerinde bası vardır. (c) Biceps brachii refleks arkı medulla spinalis'in 5. ve 6. segmentleri ile ilgilidir. (d) M. rhomboideus ve m. deltoideus'un kas tonuslarının azalma nedeni; kas tonusunun bağlı olduğu refleks arklarının medulla spinalis'in bası altında bulunan segmentleri ile taşınmasıdır. Buna göre, refleks arkları normal olarak fonksiyon göremez. Medulla spinalis'in servikal bölgesinde bulunan bir tümörün basısı nedeniyle medulla spinalis'in alt seviyelerine giden yollar kesintiye uğrar. Buna bağlı olarak da bası yerinin altında bulunan medulla spinalis segmentlerinde, cornu anterius'daki motor nöron'lar daha yüksek santral sinir sistemi merkezlerinden daha az bilgi alır. Sonuç olarak da kas tonusu artar.
26. İskelet kası tonusunun bağlı olduğu temel spinal refleks arkının normal olarak fonksiyon görmesini engelleyen patolojiler, kas tonusu kaybına yol açar. Medulla spinalis'e gelen bir travmayı takip eden spinal şok; bir spinal sinirin, radix posterior'un veya radix anterior'un kesilmesi veya basısı; syringomyeli ve poliomyelit buna örnek olarak verilebilir.
27. Beyinin ve medulla spinalis'in sifilitik bir enfeksiyonu olan tabes dorsalis radix posterior'daki ganglion hücrelerinin merkezi uzantılarında ve çoğunlukla ganglion hücrelerinin kendilerinde dejenerasyon yapar. Medulla spinalis'in alt torasik ve lumbal-sakral segmentleri ilk olarak tutulur ve proprioseptif liflerin kesilmesine bağlı olarak postürün değerlendirilmesi bozulur. Eğer kişi ayakta dururken gözlerini kapatırsa yere düşer. Bu hastalarda görüş mesafesi, proprioception'daki kaybı kompanse eder.
28. Normal bireyde ayakta durmak ve yürümek büyük ölçüde otomatikleşmiştir; fakat bu bölümde okuduğunuz gibi; bu hareketler çok komplike olup, medulla spinalis'in ve beynin her seviyesindeki nöral meknaizmaları düzenli olarak integrasyonu sonucu gerçekleşirler. Kas tonusunun altında yatan temel mekanizma spinal segmental reflekstir. Normal postürün sağlanması için bu refleks arklarının sinir sisteminin daha yüksek seviyelerinden uygun olan sinirsel input'u almaları gerekir. Corpus striatum (nucleus caudatus ve nucleus lentiformis) veya substantia nigra'nın patolojilerinde, medulla spinalis'in cornu anterior'unda bulunan nöronlara gelen sinir impuslarında değişiklikler olur. Buna bağlı olarak da kas tonusu anormal olur. Artmış olan kas tonusu, birbirine zıt yönde hareket yaptıran kas gruplarında eşit miktarda artar. Parkinson sendromun'daki tremor bir eklemde bulunan agonist ve antogonist kasların alternan hareketleri ile ortaya çıkar. Tremor ekstremite istirahat halinde iken daha belirgindir, istemli olarak hareket yapıldığında sona erer. Hareket sona erdeğinde ise tremor yeniden başlar. Uykuda iken tremor olmaz. Parkinson hastalığında, substantia nigra'da nöronal bir dejenerasyon mevcut olup, buna bağlı olarak substantia nigra'nın nucleus lentiformis, putamen ve nucleus caudatus üzerindeki inhibe edici kontrolü kaybolur.
29. Petit mal sendromunda genelde 3 çeşit semptom mevcuttur: (a) myoklonik refleksler bunlarda hasta gövde ve ekstremite kaslarında ani ve istemsiz kont-

raksiyonlar tarif eder. (b) akitenik nöbetler; bu nöbetler esnasında tüm vücut kaslarında ani olarak kas tonusu kaybı gözlenir. (c) kısa süreli şuur kaybı; bu durumda hasta çevresi ile olan ilişkisini bir kaç saniye kaybeder.

30. Medulla spinalis'in lumbal ve sakral bölgelerindeki gri cevherin cornu anterius'unda bulunan nöronların harabiyeti, her iki bacak kaslarında atrofi ve paralizeye neden olur. Kas lifi gruplarının seğrimelesi muskuler fasikülasyon olarak isimlendirilir ve genelde ön boynuz hücrelerini etkileyen kronik bir hastalığa sahip olan kişilerde görülür.
31. (a) Muskuler hipotoni, lezyonun bulunduğu taraf ile vücut yarımında görülür. Vücudun sağ yarımındaki ve sol yarımındaki eklemleri pasif olarak hareket ettirin ve vücudun her iki yarımında bulunan kasların bu hareketlere karşı olan rezistansını karşılaştırınız. (b) Postür. Kas tonusunun kaybına bağlı olarak, etkilenmiş tarafta düşük omuz ortaya çıkar. Hasta soyunmuş halde iken, hastaya sırtını size dönmesini söylersiniz ve daha sonra hastadan düzgün olarak ayağa kalkmasını istersiniz. Unilateral serebellar lezyonu olan bir hastada lezyonun bulunduğu taraftaki omuz karşı taraftan daha düşük olur. (c) Kas koordinasyonun kaybına bağlı olarak istemli hareket bozuklukları (ataksi), parmak-burun testi ve topuk-diz testi sayfa 119'de tarif edildi. Bu testler lezyonun bulunduğu taraf vücut yarımındaki ataksiyi gösterir. (d) Nistagmus. Gözlerin istemsiz to-and-fro hareketi olarak tarif edilebilir. Serebellar patolojilerde mevcuttur ve kas koordinasyonundaki eksikliğe bağlı olarak ortaya çıkar. Gözler horizontal olarak lateral'e doğru döndürüldüğünde bakış yönünde çabuk ve ritmik kaymalar görülür. Unilateral serebellar lezyonlarda; gözler lezyon tarafına döndürüldüğünde ortaya çıkan nigtasmus'un genişliği gözlerin lezyonun karşı tarafına baktığı andan daha fazladır. Gözler lezyon tarafına döndürüldüğünde ortaya çıkan nigtasmus'un oranı ise gözlerin lezyonun karşı tarafına baktığı andan daha azdır.

ÇALIŞMA SORULARI

Açıklama: Bu bölümde numaralanmış olan her bir maddenin altında harfli yanıtlar yer almaktadır. DOĞRU olan TEK harfli seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdaki sinirler ile ilgili ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Sinir traktusu merkezi ve periferik sinir sistemi içinde bulunan bir sinir lifine verilen isimdir.
   (b) Merkezi sinir sisteminde miyelinli bir sinir lifinin destek hücresine oligodendrosit denir.
   (c) Periferik sinirlerdeki Ranvier düğümü, iki Schwann hücresinin bir araya geldiği ve aksonun plazma membranını kapladığı yerde bulunur.
   (d) Ranvier düğümleri, merkezi sinir sisteminin miyelinli sinir liflerinde yoktur.
   (e) Miyelinin büyük yoğun hattı plazma membranının bir araya gelmiş olan iki lipid tabakasından oluşur.
2. Aşağıdaki sinirler ile ilgili ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Miyelinin küçük yoğun hattı protein tabakasından oluşur.
   (b) Schmidt-Lanterman yarıkları, Schwann hücrelerinin mezaksonları tarafından oluşturulur.
   (c) Periferik sinir sisteminde sadece 5 veya 6 miyelinsiz akson tek bir Schwann hücresini paylaşır.
   (d) Ranvier düğümü sinir aktivitesinin gerçekleştiği yerdir.
   (e) Kromatoliz, hasarlanmayı takiben akson içerisindeki Nissl maddesinde meydana gelen değişiklikleri tarif etmek için kullanılan bir terimdir.
3. Oligodendrosit ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Tek bir oligodendrosit, tek bir akson üzerindeki miyelinin bir segmentiyle ilgili olabilir.
   (b) Schmidt-Lanterman yarıkları, merkezi sinir sistemindeki miyelinli sinir liflerinde bulunmaz
   (c) Merkezi sinir sisteminde miyelinizasyon, oligodendrosit çıkıntısının içerisinde aksonun dolanması ve akson çevresini oligodendrosit çıkıntısının sarması yolu ile gerçekleşir.
   (d) Merkezi sinir sisteminde miyelinsiz bir akson, oligodendrosit ile özel bir ilişkiye sahiptir.
   (e) Tek bir oligodendrosit, 60 kadar aksonun myelin kılıfı ile ilgili olabilir.
4. Spinal sinirler ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) 26 çifttirler.
   (b) Ön ve arka sinir köklerinin birleşmesiyle oluşurlar.
   (c) Ramus posterior, yalnızca duyu aksonları içerir.
   (d) Radix anterior, yalnızca duyu aksonları içerir.
   (e) Arka kök ganglionu (ganglion spinale), kapsüler hücrelerce çevrelenen bipolar nöronları içerir.
5. Periferik sinir pleksusları ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Bağ dokusu liflerinden oluşan bir ağ tarafından oluşurlar.
   (b) Demetler halindeki sinir lifleri ve pek çok olguda tek tek olan sinir lifleri dallanma göstermez.
   (c) Ekstremitelerin gövdeyle bağlantı yerlerindeki pleksuslar, spinal sinirlerin ramus posterior'ları tarafından oluşturulur.
   (d) Otonom sinir sistemi pleksusları, efferent sinir lifleri tarafından oluşturulan bir ağ yapısına sahip olup, bunlarda sinir hücreleri bulunmaz.
   (e) Bir ekstremitenin gövdeyle bağlantı bölgesinde yer alan bir pleksus, medulla spinalis'in farklı segmentlerinden gelen sinir liflerinin yeniden düzenlenmesini sağlar ve böylece, lifler ekstremitenin değişik bölümlerine daha kolay ulaşır.

6. Sinir iletimi ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Yeterli düzeydeki bir stimulus, uyarı noktasında aksolemmanın Na^+ iyonlarına olan geçirgenliğini azaltır.
   (b) Absolut refrakter period süresince, çok güçlü bir uyaran sinir lifini uyarabilir.
   (c) Aksiyon potansiyeli akson boyunca ilerlerken, Na^+ iyonlarının akson içine girişi artar ve K^+ iyonlarına geçirgenlik azalır.
   (d) Tipik bir aksiyon potansiyeli +40 mV kadardır.
   (e) İstirahat anındaki uyarılmamış sinir lifinde, aksolemmanın iç tarafı dışına göre pozitif'tir.
7. Bir sinir impulsunun yayılması ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) İleti hızı, geniş bir kesit çapına sahip olan sinir liflerinde en azdır.
   (b) Miyelinsiz sinir liflerinde aksiyon potansiyeli lif boyunca oluşur.
   (c) Miyelinli bir sinir lifi, yalnızca aksonun çıplak olduğu Ranvier düğümlerinde uyarılabilir.
   (d) Sıçrayıcı ileti, sadece merkezi sinir sisteminde oluşur.
   (e) Ranvier düğümünde, aksiyon potansiyelinin çevre doku sıvısına bir etkisi yoktur.
8. Wallerian dejenerasyonu ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Miyelin, Schwann hücreleri tarafından fagosite edilen damlacıklara parçalanır.
   (b) Akson, hızlı bir şekilde kaybolur.
   (c) Schwann hücrelerinin yapısı bozulur ve çoğalmazlar.
   (d) Merkezi sinir sisteminde, atıklar astrositler tarafından ortadan kaldırılır.
   (e) Periferik sinir sisteminde, sinir parçacıklarının sindirilmesinde doku makrofajlarının hiç bir rolü yoktur.
9. Merkezi sinir sisteminde, sinir liflerinin rejenerasyonunun başarılamaması ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Endoneurial tüpleri vardır.
   (b) Oligodendrositler bir bazal membrana sahiptir.
   (c) Oligodendrositler, Schwann hücrelerinin periferik sinir sisteminde yaptıkları gibi çoğalarak bir bant lifi oluşturmayı başaramazlar.
   (d) Kan dolaşımı genellikle yetersizdir.
   (e) Sinir büyüme faktörleri vardır.
10. Aşağıdaki faktörlerden hangisi medulla spinalis'deki hasarı takiben fonksiyonun kısmen geri dönmesini açıklayabilir?
   (a) Yaralanma alanında ödem devam eder.
   (b) Fonksiyonel olmayan nöronlar, hasar gören nöronların fonksiyonunu üstlenemez.
   (c) Postsinaptik membranlar üzerinde azalan sayıda reseptör alanları gelişebilir.
   (d) Aksonların bir kısmı tamamen rejenere olur.
   (e) Hasta çalışarak felçli kaslarının kaybını telafi etmek üzere diğer kaslarını kullanabilir.
11. Reseptör sonlanmaları ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Gözde bulunan basil ve koni hücreleri kemoreseptördürler.
   (b) Tat ve koku sonlanmaları elektromagnetik reseptörlerdir.
   (c) Serbest sinir sonlanmalarında uç kısımlarını kaplayan Schwann hücreleri yoktur.
   (d) Merkel diskleri hızlı adapte olan dokunma reseptörleridir.
   (e) Meissner korpuskülleri avuç içi ve ayak tabanı derisinde bulunmaz.
12. Reseptör sonlanmaları ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Pacini korpuskülü yavaş adapte olan bir mekanoreseptördür.
   (b) Ruffini korpuskülü kıllı derinin dermis tabakasında yer alan ve hızlı adapte olan bir gerilme reseptörüdür.
   (c) Pacini korpuskülünün kapsülü yoktur, fakat sinir sonlanmasının yer aldığı bir merkez kısmı vardır
   (d) İskelet kasında yer alan anülospiral sonlanmalarda intrafuzal kas lifleri bulunmaz.
   (e) Meissner korpusküllerinin sayısında yaşlanma ile birlikte azalma gözlenir.
13. Derideki reseptörler ile ilgili olarak hangisi doğrudur?
   (a) Çok çeşitli histolojik tiplerdeki reseptörler değişik tiplerdeki sinir uyarılarını iletir.
   (b) Algılanan duyu tipi, duyusal sinir liflerinin gittikleri santral sinir sisteminin spesifik bir bölgesi ile tayin edilir.
   (c) Reseptördeki transduksiyon (transduction) olayında uyarının enerjisi sinir impulsunun mekanik enerjisine dönüştürülür.
   (d) Reseptöre uygulandığında, stimulus kapsül hücrelerinin plazma membranlarının potansiyelinde bir değişiklik oluşturur. Sinir sonlanmalarında ise bir etkisi yoktur.
   (e) Reseptör potansiyeli yeteri kadar küçük ise, afferent duyusal sinir lifinde bir aksiyon potansiyeli oluşturur.
14. Nöromusküler iğciğin fonksiyonları ile ilgili olarak hangi bilgi doğrudur?
   (a) Aralıklı afferent sinir impuls'larının oluşmasına neden olur.
   (b) Yalnızca aktif kas hareketi yapıldığında, afferent sinir lifindeki sinir impuls'larının geçişinde bir artış olur.
   (c) Nöromusküler iğcik, santral sinir sisteminin kas aktivitesi hakkında bilgi sahibi olmasını sağlar.
   (d) Nöromusküler iğcik direkt olarak istemli hareketlerin kontrolunu etkiler.
   (e) Flower-spray sonlanmaları temelde ekvatoryal bölgeye yakın olan nukleer kese tipi liflerde yerleşir.
15. Nörotendinöz iğcikler ile ilgili olarak hangi ifade doğrudur?
   (a) Muskülo-tendinöz birleşme yerine yakın olarak tendon'larda lokalize olmuşlardır.
   (b) Sinir, tek bir çomak-şeklindeki sonlanmada sonlanarak biter.
   (c) Her birinin fibröz bir kapsülü, gevşek olarak düzenlenmiş kollajen lifleri ve tendon hücreleri vardır.
   (d) Nörotendinöz iğcikler sadece yavaş hareket eden kaslarda bulunur.
   (e) Nörotendinöz iğcik kas gerginliğindeki değişikliğe bağlı olarak aktive olur ve kas kontraksiyonunu stimule eder.
16. İskelet kasındaki sinir-kas kavşakları ile ilgili olarak hangisi doğrudur?
   (a) Motor sinirin her bir terminal dalı, ince bağ dokusu ile sarılı bir akson olarak sonlanır.
   (b) Her akson kas lifinin yüzeyinde bulunan ve sarcolemma'nın içeriye doğru katlanması ile oluşan bir sulcus'da yerleşir.

(c) Post-sinaptik membran'da depolarizasyon oluşturduktan sonra asetil kolin, akson terminaline reabsorbe edilir.
(d) Sinir impulsu aksonun başlangıç segmentini geçtiğinde, akson terminalinden asetil kolin salınır.
(e) Schwann hücreleri kas lifinin yüzeyinde bulunan sulcus'un tabanını oluşturur.

17. Düz kas ve kalp kasındaki sinir-kas kavşakları ile ilgili olarak doğru tanımlama hangisidir?
(a) Düz kasta; bir otonomik sinir lifi tek bir kas lifini kontrol eder.
(b) Düz kasta; kontraksiyon dalgası bir kas lifinden diğerine geçmez.
(c) Kalp kasında; kontraksiyon dalgası bir kas lifinden diğerine desmozomlar ve gap junction'lar aracılığı ile yavaş bir şekilde yayılır.
(d) Otonomik sinir lifleri düz kasta myelinsiz sinir lifleri olarak sonlanır.
(e) Sinir-kas kavşağının bulunduğu yerde, akson Schwann hücreleri tarafından tamamen sarılır.

18. Deri duyusu ve dermatom'lar ile ilgili olarak doğru olan ifade hangisidir?
(a) Gövdedeki bir bölgede tam anestezi oluşturabilmek için, medulla spinalis'in en az 3 segmentinin tahrip edilmesi gerekir.
(b) Birbirini takip eden spinal sinirler kesildiğinde, tactile duyu kaybının ortaya çıktığı alan her zaman ağrı ve ısı duyuları kaybının görüldüğü alandan daha küçüktür.
(c) El bileğinin medial tarafında bulunan dermatom C-5'tir.
(d) Omuz noktasında bulunan dermatom C-2'dir.
(e) Ekstremitelere ait olan dermatomlar horizontal olarak uzanır.

19. Kas refleksleri ile ilgili olarak hangi ifade doğrudur?
(a) Biceps brachii tendon refleksi medulla spinalis'in C-5 ve 6 segmentleri ile ilgilidir.
(b) Triceps brachii tendon refleksi medulla spinalis'in T-1 segmenti ile ilgilidir.
(c) Patellar tendon refleksi, medulla spinalis'in L-5, S-1 segmentleri ile ilgilidir.
(d) Medulla spinalis'in 2., 3. ve 4. lumbal segmentlerine bası yapan bir tümör muhtemelen ayak bileği refleksi ile karışır.
(e) Abdominal yüzeyel refleksler medulla spinalis'in T3-5 segmentleri ile ilgilidir.

20. Gövdenin ve alt ekstremitelerin dermatomları ile ilgili olarak hangisi doğrudur?
(a) T8 dermatomu umbilicus'un derisi ile ilgilidir.
(b) L5 dermatomu diz ekleminin lateral kısmında bulunur.
(c) L2 dermatomu diz ekleminin medial kısmında bulunur.
(d) S2 dermatomu ayağın lateral kenarı boyunca uzanır.
(e) L1 dermatomu ligamentum inguinale'nin üzerinde bulunur.

21. Kas inervasyonu ile ilgili olarak hangi tanımlama doğrudur?
(a) Bir motor ünite arka kök ganglionunu ve bunun bağlı olduğu tüm nöromuskuler iğcikleri içerir.
(b) Elin küçük kaslarında, bir tek sinir lifi çok sayıda kas lifini inerve eder.
(c) Nörotendinöz iğcikler myelinsiz sinir lifleri tarafından inerve edilir.
(d) Kas tonusu basit monosinaptik refleks arkının bütünlüğüne bağlıdır.
(e) Gamma motor efferent lifler bir kas iğciğinde bulunan ekstafuzal lifleri inerve eder.

22. İskelet kası aktivitesi ile ilgili olarak doğru olan ifadeyi seçiniz.
(a) Bir kas kontraksiyona başladığında, büyük olan motor üniteler ilk olarak uyarılır.
(b) Kas yorgunluğu, sinir kas kavşağındaki presinaptik veziküllerin tükenmesi ile ortaya çıkar.
(c) Prime mover kas kontraksiyon yaptığında, antagonist kaslarda inhibisyon olur.
(d) Bir kasta paralizi geliştiğinde, kas normal tonus'unu hemen kaybetmez.
(e) Bir kasta tam paralizi oluşturabilmek için, birbirini takip eden çok sayıdaki medulla spinalis segmentini veya bunların sinir köklerini tahrip etmek gerekmez.

23. Postür ile ilgili olarak hangi tanımlama doğrudur?
(a) Ayakta dururken, yerçekimi çizgisi, axis'in dens axis'inden, kalça ekleminin merkezinin arka kısmından ve diz ile ayak bileği eklemlerinin merkezlerinin önünden geçer.
(b) Postür, eklemlerdeki bağların gücü ile ilgili olup, kas tonusunun derecesine ve dağılımına bağlı değildir.
(c) Belirli bir postür, kastaki sürekli olarak birlikte kasılan bir grup kas lifinin uzun sure kontraksiyonu ile sağlanır.
(d) Normal postürun korunmasında, serebral korteks'in hiç bir katkısı yoktur.
(e) Gözlerden ve kulaklardan gelen sinir impulsları postür'ü etkileyemez.

24. Kas aktivitesi ile ilgili olarak, aşağıdaki klinik incelemelerden hangisi doğrudur?
(a) Kas kontraktüründe, kas uzun süreli kontraksiyon yapar.
(b) Kas fasikülasyonu; kasları inerve eden duyu sinirlerinin kronik hastalıklara bağlı olarak etkilenmesi sonucu gelişir.
(c) Kas atrofisi bir ekstremitenin tespit edilmiş hareketsiz kırıklarında ortaya çıkmaz.
(d) Kas yıkımı, bir kasa gelen efferent motor sinir lifleri kesildiği takdirde ortaya çıkar.
(e) Eklemi tutan ağrılı perikapsülit olgularında, hastada omuz eklemine hareket yaptıran kaslarda kas yıkımı ortaya çıkmaz.

ÇALIŞMA SORULARININ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. B doğru. Santral Sinir Sistemindeki myelinli bir sinir lifinin destek hücresi oligodendrosit adını alır. A. Santral sinir sistemindeki bir sinir lifine sinir traktusu adı verilir. C. Periferik sinirlerdeki Ranvier düğümünde iki Schwann hücresi sonlanır ve burada aksonun plazma membranı açığa çıkar (bkz sayfa 71). D. Ranvier düğümleri santral sinir sistemindeki myelinli sinir liflerinde bulunur. E. Myelinde yer alan asıl yoğun çizgi; plazma membranındaki iki iç protein tabakasının birleşmesiyle oluşur.
2. D doğru. Ranvier düğümü sinirde aktivitenin bulunduğu yerdir. A. Myeline ait olan ince yoğun çizgi lipidlerden oluşur. B. Schmidt-Lanterman yarıkları; koyu renkli yoğun çizginin, Schwann hücresi sitoplazmasının lokal olarak bulunması nedeniyle meydana gelmediğini ifade eder (bkz şek. 3-7). C. Periferik sinir sisteminde tek bir Schwann hücresini 15 veya daha fazla myelinsiz akson paylaşır. E. *Kromatoliz*; hasarlanmayı takiben sinir hücresinin sitoplazmasında yer alan Nissl maddesinin düzenlenişindeki değişiklikleri ifade eder (bkz sayfa: 108).
3. E doğru. Tek bir oligodendrosit 60 kadar aksonun myelin kılıfı ile ilgili olabilir (bkz sayfa: 78). A. Tek bir oligodendrosit, bir aksondaki pekçok myelin segmenti ile ilgili olabilir. B. Schmidt-Lanterman yarıkları santral sinir sistemindeki myelinli sinir liflerinde bulunur. C. Santral Sinir Sistemindeki myelinizasyon, oligodendrosiy uzantısının büyümesi ve akson etrafında dolanması ile meydana gelir. D. Santral Sinir Sistemindeki myelinsiz bir aksonun oligodendrosit ile hiçbir ilişkisi yoktur (bkz sayfa: 79).
4. B doğru. Spinal sinirler radix anterior ve radix posterior'ların birleşmesiyle oluşur (bkz şekil 3-1). A. 31 çift spinal sinir vardır. C. Bir spinal sinirin ramus posterior'u hem motor, hem de duyu lifleri taşıyan aksonlara dahiptir. D. Bir spinal sinirin radix anterior'unda sadece motor aksonlar vardır. E. Bir spinal sinirin arka kök ganglion'u kapsüler hücreler tarafından sarılmış olan unipolar nöronlardan oluşur.
5. E doğru. Bir ekstremitenin en proksimal kısmında yerleşmiş olan periferik bir sinir pleksusu, medulla spinalis'in değişik segmentlerinden gelen sinir liflerinin tekrardan düzenlenişine izin verir ve bu sinir lifleri böylece ekstremitenin değişik kısmlarına daha kolay dağılır (bkz sayfa: 83). A. Periferik sinir pleksusları sinir lifi ağlarından meydana gelir. B. Periferik sinir pleksuslarında, sinir lifi demetleri dallanır, fakat pekçok olguda, tek olan sinir lifleri dallanmaz. C. Ekstremitelerin en proksimal kısımlarında yer alan periferik sinir pleksusları, spinal sinirlerin ramus anterior'ları tarafından oluşturulur. D. Otonom sinir sistemine ait olan sinir pleksusları, sinir lifi ve sinir hücreleri ağlarından meydana gelir.
6. D doğru. Sinir iletiminde, tipik bir aksiyon potansiyeli yaklaşık 40 Mv (bkz sayfa: 84)'dur. A. Sinir iletiminde, uygun bir uyaran; stimulasyon bölgesinde aksolemma'nın Na^+ iyonlarına geçirgenliğini artırır. B. Sinir iletimindeki absolu refraktör periyod süresince, ne kadar güçlü olursa olsun hiçbir stimulus sinir lifini uyaramaz. C. Sinir iletimi sırasında, aksiyon potansiyeli aksona doğru ilerler; Na^+ iyonlarının aksonun içerisine girmesi sonlanır ve aksonun plazma membranının K^+ iyonlarına geçirgenliği artar (bkz sayfa: 84). E. Dinlenim halindeki uyarılmamış sinir lifinde, plazma membranının içi (aksolemma) dışarıya göre daha negatiftir.
7. B doğru. Myelinsiz sinir liflerinde, aksiyon potansiyeli sinir lifi boyunca oluşur. A. İletim hızı çapı daha geniş olan sinir liflerinde en büyüktür. C. Myelinli bir sinir lifi sadece Ranvier düğümlerinde uyarılabilir. D. Sıçrayıcı ileti hem periferik, hem de Santral Sinir Sisteminde gözlenir. E. Ranvier düğümünde, aksiyon potansiyeli çevre doku sıvısında elektriksel bir akım oluşturur (bkz sayfa: 85).
8. A doğru. Wallerian dejenerasyonda, myelin küçük parçacıklara ayrılır ve bu parçacıklar Schwann hücreleri tarafından fagosite edilir. B. Wallerian dejenerasyonda, çevredeki Schwann hücreleri tarafından fagozite edilmeden önce akson ilk olarak küçük parçacıklara ayrılır (bkz sayfa: 108). C. Wallerian dejenerasyonda, Schwann hücreleri hızla çoğalır ve persistan bazal membranda paralel sütunlar halinde bir dizilim gösterir. D. Santral Sinir Sistemindeki Wallerian dejenerasyonda, artıklar mikroglial hücreler tarafından ortamdan uzaklaştırılır. E. Periferik Sinir Sistemindeki Wallerian dejenerasyonda, sinir parçacıklarının ortamdan uzaklaştırılmasında doku makrofajları aktif olarak rol alır.
9. C doğru. Santral Sinir Sistemindeki hasarlanmayı takiben, oligodendrositler çoğalamaz ve Periferik Sinir Sistemindeki hasarlanmayı takiben Schwann hücrelerinin yaptığı gibi bir bant demeti oluştururlar (bkz sayfa: 108). A. Endonöral tüplerin eksikliği, hasar görmüş olan Santral Sinir Sistemi dokusunun rejenere olamamasına sebep olabilir (bkz sayfa: 110). B. Oligodendrositlerin bazal membranı yoktur. D. Santral Sinir Sisteminin kanlanması genellikle yeterlidir. E. Santral Sinir Sisteminde, sinir büyüme faktörleri bulunmaz.
10. E doğru. Medulla spinalis hasarlanmalarında görülen fonksiyonlardaki kısmi geri dönüş, hastanın paralizi gelişen kaslarının yerine diğer kaslarını kullanması ile açıklanabilir. A. Santral Sinir Sistemindeki hasarlanmayı takiben, ödem sıvısı genellikle hasarlanma bölgesinde azalır ve bu bir miktar klinik iyileşmeye neden olur (bkz sayfa 114). B. Fonksiyon görmeyen nöronlar, hasarlanmış olan nöronların fonksiyonlarını gerçekleştirebilir. C. Postsinaptik membrandaki reseptör bölgeleri sayıca artabilir ve bir miktar posttravmatik iyileşmeden sorumlu olabilir. D. Santral Sinir Sistemindeki hasarlanmış aksonların travmadan sonra tamamen rejenere olması ile ilgili bir bilgi yoktur.

11. C doğru. Serbest sinir sonlanmalarında uç kısımlarını kaplayan Schwann hücreleri mevcut değildir (bkz sayfa: 86). A. Gözdeki basil ve koni hücreleri elektromagnetik reseptörlere örnektir. B. Tat ve koku reseptörleri kemoreseptördür. D. Merkel diskleri yavaş adapte olan dokunma reseptörleridir. E. Meissner korpuskülleri elin avuç içi derisinde ve ayak tabanında bulunur.
12. E doğru. Meissner korpusküllerinin sayısı yaşlanmaya bağlı belirgin olarak azalır. A. Pacini korpuskülü hızlı adapte olan bir mekanoreseptördür. B. Ruffini korpuskülü yavaş adapte olan bir gerilme reseptörü olup, kıllı derinin dermis tabakasında bulunur. C. Her bir Pacini korpuskülünde lamellerden oluşan kapsül ile santral kısmında sinir sonlanmasının yer aldığı bir merkez kısmı bulunur (bkz şekil 3-26 ve 3-27). D. İskelet kasındaki anulospiral sonlanmalarda intrafuzal kas lifleri bulunur.
13. B doğru. Algılanan duyunun tipi, duyu liflerinin geçtiği spesifik Santral Sinir Sistemi bölgesi ile belirlenir (bkz sayfa: 91). A. Değişik histolojik tiplerde reseptörlerin bulunmasına rağmen, bunların sinirleri aynı sinir uyarısını iletirler. C. Reseptördeki transduksiyon olayında, uyarının enerjisi sinir uyartısının elektrokimyasal enerjisine değişir. D. Uyarı reseptöre uygulandığında, sinir sonlanmasının plazma membranında bir potansiyel değişikliğine neden olur (bkz sayfa: 91). E. Reseptör potansiyeli eğer yeterli büyüklükte ise, afferent sinir lifinde bir aksiyon potansiyeli oluşturur.
14. C doğru. Nöromuskuler iğcik, Santral Sinir Sisteminin kas aktivitesi hakkında bilgi sahibi olmasını sağlar (bkz sayfa: 93). A. Nöromuskuler iğcik her zaman afferent sinir impulsu oluşumuna neden olur. B. Aktif veya pasif kas hareketi gerçekleştiğinde, nöromuskuler iğcikte bulunan afferent sinir liflerindeki sinir uyarısı geçişinde bir artış olur. D. Nöromuskuler iğcik indirekt olarak istemli hareketlerin kontrolunu etkiler (bkz sayfa: 167). E. Flower-spray sonlanmalar ekvator bölgesinin bir miktar uzağında bulunan nukleer zincir liflerinde yerleşmiştir (bkz şekil 3-28).
15. C doğru. Her bir nörotendinöz iğciğin fibröz kapsulü vardır. Bu kapsül gevşek olarak düzenlenmiş kollajen lifler ile tendon hücrelerinden oluşur (bkz sayfa: 94). A. Nörotendinöz iğcikler muskulo-tendinöz birleşke yerine yakın olmak üzere tendonlarda yerleşir. B. Sinir dallanarak ve club şekilli sonlanmalar oluşturarak iğcik içerisinde sonlanır. D. Nörotendinöz iğcikler hızlı ve yavaş hareket eden kaslarda bulunur. E. Nörotendinöz iğcik kas gerginliğindeki değişikliklere bağlı olarak aktive olur ve kas kontraksiyonunu inhibe eder.
16. B doğru. Sinir – kas kavşağında, her bir akson kas lifinin yüzeyinde bulunan bir oluk içerisinde seyreder. Bu oluk, kas plazma membranı (sarkolemma)'nın içeri çökmesi ile oluşur (bkz şekil 3-32). A. Sinir – kas kavşağında, motor sinirin her bir terminal dalı çıplak akson olarak sonlanır. C. Postsinaptik membranda depolarizasyona neden olan asetil kolin, asetil kolin esteraz enzimi ile sinaptik yarıkta hızla hidrolize olur (bkz sayfa: 98). D. Sinir impulsu sinir – kas kavşağına ulaştığında, asetil kolin akson terminalinden salınır. E. Sinir – kas kavşağında, Schwan hücreleri kas lifinin yüzeyinde yer alan oluk için bir tavan oluştururlar.
17. D doğru. Otonomik sinir lifleri düz kas liflerinde myelinsiz sinir lifleri olarak sonlanır (bkz sayfa 99). A. Düz kastaki sinir – kas kavşaklarında, otonomik sinir lifi pekçok kas lifi üzerinde kontrol sağlar (bkz sayfa: 99). B. Düz kasta, kontraksiyon dalgası gap-junction'lar aracılığıyla bir kas lifinden diğerine geçer. C. Kalp kasında, kontraksiyon dalgası bir kas lifinden diğerine desmozomlar ve gap junction'lar aracılığıyla hızla yayılır. E. Düz kas ile ilgili sinir – kas kavşağında, akson kasın yüzeyinde bulunan sığ bir oluk içerisinde seyreder ve Schwan hücresi geride kalarak aksolemma'nın açıkta olmasını sağlar (bkz şekil 3-36).
18. A doğru. Gövdenin bir bölgesinde total anestezi oluşturabilmek için; en az medulla spinalis'in üç segmentinin harap olması gerekir (bkz sayfa: 118). B. Birbirini takip eden spinal sinirler kesildiğinde, tactile duyu kaybının ortaya çıktığı alan her zaman ağrı ve ısı duyuları kaybının görüldüğü alandan daha büyüktür. C. El bileğinin medial'inde yer alan dermatom C-8'dir. D. Omuz bölgesinde yer alan dermatomlar C 3-4'dür. E. Ekstremitelerde yer alan dermatomlar hemen hemen vertikal olarak uzanır (bkz şekil 3-38 ve 3-39).
19. A doğru. Musculus biceps brachii tendon refleksi, medulla spinalis'in C5-6 segmentleri ile ilgilidir (bkz sayfa 101). B. Musculus triceps brachii tendon refleksi medulla spinalis'in C6-7 ve C8 segmentleri ile ilgilidir. C. Patellar tendon refleksi medulla spinalis'in L2-4 segmentleriyle ilgilidr. D. Medulla spinalis'in S1-2 segmentlerine bası yapan bir tümörün ayak bileği refleksi ile karışması olasılığı vardır. E. Abdominal yüzeyel refleksler medulla spinalis'in T6-12 segmentleriyle ilgilidir.
20. E doğru. L1 dermatomu ligamentum inguinale'nin üzerinde bulunur (bkz şekil 3-38). A. T10 dermatomu umbilicus derisini; T8 dermatomu ise processus xiphoideus ile umbilicus arasında yer alan deriyi kapsar. B. L5 dermatomu diz bölgesinin altında, bacağın ön ve lateral bölgelerini kapsar. C. L2 dermatomu uyluğun ön ve lateral bölgelerini kapsar. D. S2 dermatomu uyluğun ve bacağın arka bölgesinin orta kısmı boyunca aşağıya uzanır (bkz şekil 3-39).
21. D doğru. Kas tonusu basit bir refleks arkının bütünlüğüne bağlıdır (bkz sayfa: 103). A. Bir motor ünite medulla spinalis'in cornu anterius'unda yer alan bir motor nöron ile bunun inerve ettiği tüm kas liflerini içerir (bkz şekil 3-41). B. Elin küçük kaslarında, tek bir sinir lifi az sayıda kas lifini inerve eder. C. Nörotendinöz iğcikler myelinli sinir lifleri tarafından inerve edilir. E. Gama motor efferent lifler kas iğciğindeki intrafuzal lifleri inerve eder.
22. C doğru. İstemli kas hareketinde, prime mover (esas hareket ettirici kas) kasıldığında antagonist kaslar inhibe olur (bkz sayfa 93 ve 94). A. Bir kas kasılmaya başladığında, daha küçük olan motor üniteler ilk olarak uyarılır. B. Kas yorgunluğu, kas lifleri içerisinde yer alan ATP miktarının azalması ile ortaya çıkar. D. Bir kasta paralizi oluştuğunda, kas hızla nor-

mal tonusunu kaybeder (bkz sayfa: 118). E. Bir kasta tam paralizi oluşturabilmek için, medulla spinalis'in pekçok komşu segmentini veya bunların sinir köklerini tahrip etmek gerekir.

23. A doğru. Ayakta durur pozisyonda iken, yerçekimi ekseni axis'in dens axis'inden, kalça ekleminin merkezinin arkasında, diz ve ayak bileği eklemlerinin önünden geçer (bkz şekil 3-43). B. Postür, kas tonusunun derecesine ve dağılımına bağlıdır. C. Bir postür konumunu uzun süre koruyabilmek için, bir kastaki değişik grup kas liflerinin değişimli olarak kasılmaları gerekir. D. Normal postürün korunmasında cortex cerebri'nin önemli katkısı vardır (bkz sayfa: 104). E. Gözler ve kulaklardan gelen sinirsel uyarıların postüre büyük katkıları vardır.

24. D doğru. Kas yıkımı bir kasa gelen efferent motor sinir lifleri kesildiği zaman ortaya çıkar (bkz sayfa: 117). A. Kas kontraktüründe, kas kasılmış konumda olup sürekli kısalma halindedir; sıklıkla paralizi gelişen kasların antagonisti olan kaslarda görülür. B. Kas fasikülasyonu, cornu anterius hücrelerini veya kranial sinirlerin motor nukleuslarını etkileyen kronik hastalıklarda görülür. C. Kas atrofisi, bir ekstremite atel ile immobilize edildiği zaman gelişir. E. Omuz eklemi ile ilgili ağrılı perikapsulit olgularında, bu eklemle ilgili kaslarda kas yıkımı ortaya çıkar.

Ek Okumalar

Andersen, O. S., and Koeppe, R. E. II. Molecular determinants of channel function. *Physiol. Rev.* 72:S89–S158, 1992.

Angle, C. R. Childhood lead poisoning and its treatment. *Ann. Rev. Pharmacol. Toxicol.* 32:409, 1993.

Araque, A., Carmignoto, G., and Haydon, P. G. Dynamic signaling between astrocytes and neurons. *Ann. Rev. Physiol.* 63:795–813, 2001.

Armstrong, C. M. Voltage-dependent ion channels and their gating. *Physiol. Rev.* 72:S5–S13, 1992.

Armstrong, C. M., and Hille, B. Voltage-gated ion channels and electrical excitability. *Neuron* 20:371–380, 1998.

Asbury, A. K., McKhann, G. M., and McDonald, W. I. (eds.). *Diseases of the Nervous System: Clinical Neurobiology* (vol. 1, pp. 123–353). Philadelphia: Saunders, 1992.

Boyd, I. A., and Smith, R. S. The muscle spindle. In P. J. Dyck, P. K. Thomas, E. H. Lambert, and R. Bunge (eds.), *Peripheral Neuropathy* (2nd ed., pp. 171–202). Philadelphia: Saunders, 1984.

Brazis, P. W., Masdeu, J. C., and Biller, J. *Localization in Clinical Neurology* (2nd ed.). Boston: Little, Brown, 1990.

Catterall, W. A. Structure and function of voltage-gated ion channels. *Trends Neurosci.* 16:500–506, 1993.

Cauna, N. The free penicillate nerve endings of the human hairy skin. *J. Anat.* 115:277, 1973.

Cauna, N., and Mannan, G. The structure of human digital pacinian corpuscles (corpusculae lamellosae) and its functional significance. *J. Anat.* 92:1, 1958.

Cauna, N., and Ross, L. L. The fine structure of Meissner's touch corpuscle of human fingers. *J. Biophys. Biochem. Cytol.* 8:467, 1960.

Cherington, M. Clinical spectrum of botulism. *Muscle Nerve* 21:701–710, 1998.

Couteaux, R. Localization of cholinesterase at neuromuscular junctions. *Int. Rev. Cytol.* 4:335, 1955.

Craig, C. R., and Stitzel, R. E. *Modern Pharmacology* (4th ed.). Boston: Little, Brown, 1994.

Dawson, D. M., Hallett, M., and Millender, L. H. *Entrapment Neuropathies* (2nd ed.). Boston: Little, Brown, 1990.

Doyle, D. A., Cabral, J. M., Pfuetzner, R. A., Kuo, A., Gulbis, J. M., Cohen, S. L., et al. The structure of the potassium channel: Molecular basis of K^+ conduction and selectivity. *Science* 280:69–77, 1998.

Drachman, D. B. Myasthenia gravis. *N. Engl. J. Med.* 330:1797–1810, 1994.

Engel, A. G. (ed.). *Myasthenia Gravis and Myasthenic Syndromes*. New York: Oxford University Press, 1999.

Goetz, C. G. *Textbook of Clinical Neurology* (2nd ed.). Philadelphia: Saunders, 2003.

Grafstein, B. Axonal transport: Function and mechanisms. In S. G. Waxman, J. D. Kocsis, P. K. Stys (eds.), *The Axon: Structure, Function and Pathophysiology* (pp. 185–199). New York: Oxford University Press, 1995.

Guyton, A. C., and Hall, J. E. *Textbook of Medical Physiology* (10th ed.). Philadelphia: Saunders, 2000.

Haines, D. E. *Fundamental Neuroscience* (2nd ed.). Philadelphia: Churchill Livingstone, 2002.

Hille, B. *Ionic Channels of Excitable Membranes* (2nd ed.). Sunderland, MA: Sinauer, 1992.

Katz, P. S. *Beyond Neurotransmission: Neuromodulation and Its Importance for Information Processing*. New York: Oxford University Press, 1999.

Kelly, R. B. Storage and release of neurotransmitters. *Cell* 72/7210:43–53, 1993.

Kukuljan, M., Labarca, P., and Latorre, R. Molecular determinants of ion conduction and inactivation in K^+ channels. *Am. J. Physiol.* 268:C535–C556, 1995.

Lemke, G. Myelin and myelination. In Z. Hall (ed.), *An Introduction to Molecular Neurobiology* (pp. 281–312). Sunderland, MA: Sinauer, 1992.

Lewis, R. A., Selwa, J. F., and Lisak, R. P. Myasthenia gravis: Immunological mechanisms and immunotherapy. *Ann. Neurol.* 37(Suppl 1):S51–S62, 1995.

Numa, S. Molecular structure and function of acetylcholine receptors and sodium channels. In S. Chien (ed.), *Molecular Biology in Physiology* (pp. 93–118). New York: Raven, 1989.

Peters, A., Palay, S. L., and Webster, H. *The Fine Structure of the Nervous System: The Neurons and Supporting Cells* (3rd ed.). New York: Oxford University Press, 1991.

Rhoades, R. A., and Tanner, G. A. (eds.). *Medical Physiology*. Boston: Little, Brown, 1995.

Rothwell, J. *Control of Human Voluntary Movement* (2nd ed.). London: Chapman & Hall, 1994.

Seddon, H. J. *Surgical Disorders of Peripheral Nerves*. Edinburgh and London: Longman, 1972.

Siegel, G. J., Agranoff, B. W., and Albers, R. W. (eds.). *Basic Neurochemistry: Molecular, Cellular, and Medical Aspects* (6th ed.). Philadelphia: Lippincott-Raven, 1999.

Snell, R. S. Changes in the histochemical appearances of cholinesterase in a mixed peripheral nerve following nerve section and compression injury. *Br. J. Exp. Pathol.* 38:34, 1957.

Snell, R. S., and McIntyre, N. Changes in the histochemical appearances of cholinesterase at the motor end-plate following denervation. *Br. J. Exp. Pathol.* 37:44, 1956.

Snell, R. S., and Smith, M. S. *Clinical Anatomy for Emergency Medicine*.St. Louis: Mosby, 1993.

Standring, S. (ed). *Gray's Anatomy* (39th Br. ed.). London: Elsevier Churchill Livingstone, 2005.

Swash, M., and Fox, K. P. Muscle spindle innervation in man. *J. Anat.* 112:61, 1972.

Thomas, P. K., and King, R. H. M. The degeneration of unmyelinated axons following nerve section: An ultrastructural study. *J. Neurocytol.* 3:497, 1974.

Trojaborg, W. Rate of recovery in motor and sensory fibers of the radial nerve: Clinical and electrophysiological aspects. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 33:625, 1970.

Unwin, N. Neurotransmitter action: Opening of ligand-gated ion channels. *Cell* 72(Suppl):31–41, 1993.

Westmoreland, B. F., Benarroch, E. E., Daube, J. R., Reagan, T. J., and Sandok, B. A. *Medical Neurosciences* (3rd ed.). Boston: Little, Brown, 1994.

BÖLÜM 4

Çeviri: Dr. Kayıhan ŞAHİNOĞLU
Dr. Adnan ÖZTÜRK
Dr. Mehmet YILDIRIM
Dr. Tunç KUTOĞLU
Dr. Barış KÜÇÜKYÜRÜK
Dr. Galip Zihni SANUS

OMURİLİK (MEDULLA SPINALIS) VE ÇIKAN-İNEN YOLLAR

Otuz beş yaşındaki bir adam atı ile dörtnala gidiyordu. Atını çiftlik kapısı üzerinden atlatmak isteyince, atı atlamayı reddetti ve onu yere attı. Kafası bir kütüğe çarptı; baş ve boynunda aşırı derecede fleksiyon oldu. Bilinci açıldıktan sonra acil serviste yapılan ilk muayenesinde, üst ve alt ekstremitelerinde ağır nörolojik defisitler ile ilgili belirti ve semptomların olduğu tespit edildi. Omurganın servikal bolümünün lateral radiografisinde, 4. servikal vertebra cisminin fragmantasyonu ve sol tarafta büyük bir kemik fragmanının arkaya doğru yer degiştirdiği görüldü.

Daha ileri nörolojik hasarı önlemek için iskelet traksiyonu uygulanarak columna vertebralis'in stabilizasyonu sağlandı. Sonra yapılan kapsamlı muayenede, sol tarafta medulla spinalis'in tam olmayan yarı kesisini gösteren belirti ve semptomların olduğu görüldü.

Medulla spinalis yaralanması olan bir hastanın değerlendirilmesi ve tedavisi ile ilgili olan bütün sağlık personeli, medulla spinalis'in yapısını ve bu hayati yapıdaki inen ve çıkan yolların düzenlenmesini ve fonksiyonlarını bilmek zorundadır. Medulla spinalis yaralanmalarının ilerleyici ve uzamış sakatlıklara neden olması dolayısıyla, bu tip hastaların bakımıyla ilgilenen herkes, daha sonradan oluşacak medulla spinalis yaralanmalarını önlemek ve en iyi iyileşme şansını sağlamak için eğitimli olmalıdır. Bütün sağlık personeli, medulla spinalis lezyonları ve fonksiyonlarını geri dönüşümü ile ilgili olası beklentiler için iyi bir bilgiye sahip olmalıdır.

BÖLÜMÜN HEDEFLERİ

- Omurilik yaralanmalarının nasıl olduğunu öğrenmek.
- Omurilik içindeki ana sinir yollarının ve hücre gruplarının pozisyonunu öğrenmek ve radyolojik kanıt ile nörolojik defisit ve medulla spinalis'in segmental seviyeleri arasında ilişki kurabilmek.
- Omuriliğin narin yapısı ile değişik inen ve çıkan yolların pozisyonunu ve fonksiyonunu gözden geçirmek.
- Tüm inen ve çıkan yolları basitçe çizebilmek, hücrelerinin orijinini, sinir sistemi boyunca izledikleri yolları ve varış yerlerini gösterebilmek.

Medulla spinalis yaralanmaları; otomobil ve motosiklet kazaları, düşmeler, spor yaralanmaları ve silahla yaralanmalar sonucu oluşur. Medulla spinalis ve spinal sinir yaralanmaları; vertebra fraktürleri, vertebral infeksiyonlar, intervertebral disk hernileri, primer ve sekonder vertebral tümörler sonucunda oluşabilir. Öğrenci, medulla spinalis içindeki çeşitli yolların rotalarını ve bağlantılarını, omurilik yaralanmalarını ve tedavilerini anlamalıdır. Özellikle, belirli bir yolun, sinir sistemindeki uzanımı boyunca orta hattı geçip geçmediğine dikkat edilmelidir.

Nörolojik hasarın değerlendirilmesi, sadece medulla spinalis içindeki yolları anlamakla değil; kemik yaralanmasının radyolojik kanıtı ile medulla spinalis segmentleri arasında ilişki kurabilmesi ile mümkün olur. Columna vertebralis ile olan yakın ilişkisi nedeniyle medulla spinalis işlenmeden önce columna vertebralis'in kısa bir özeti anlatılacaktır.

Columna Vertebralis'in Kısa Özeti

Columna vertebralis, vücudun merkezi kemik sütununu oluşturur. Başı, omuz kavşağını, üst ekstremiteyi ve göğüs kafesini taşır ve pelvis aracılığı ile vücut ağırlığını alt ekstremiteye iletir. Omurga içindeki boşlukta medulla spinalis yer alır; nervi spinales ve onları saran zarlar columna vertebralis tarafından korunur.

Columna Vertebralis'in Yapısı

Columna vertebralis (şekil 4-1 ve 4-2), 33 omurdan oluşur- 7 servikal, 12 torakal, 5 lumbal, 5 sakral (os sacrum'u oluşturmak için kaynaşırlar) ve 4 koksigeal (son 3 tanesi genellikle kaynaşmıştır). Segmente yapısı nedeniyle; omurlar, eklemler ve **discus intervertebralis** adı verilen fibröz kıkırdak yastıklardan meydana gelen esnek bir yapıdır. Discus intervertebralis'ler omurga uzunluğunun dörtte birlik kısmını oluştururlar.

Omurların Genel Özellikleri

Bölgesel olarak farklılıkları olsa da omurların ortak bir yapısı vardır (Şek. 4-2).

Tipik bir omur, önde yuvarlakça bir **corpus** ve arkada **arcus vertebrae**'dan oluşur. Bu iki yapı, **foramen vertebrale** adı verilen ve içinden medulla spinalis ve zarlarının geçtiği boşluğu çevrelerler. Her arcus vertebrae, silindir şekilli iki **pediculus** arcus vertebrae ve arkaya doğru kemeri kapatan yassı **lamina arcus vertebrae**'dan oluşur.

Arcus vertebrae'nın, bir spinöz, iki transvers ve dört artiküler olmak üzere yedi çıkıntısı vardır (Şekil 4-2).

Processus spinosus, veya **spina**, her iki lamina arcus vertabrae'nın birleştiği yerden aşağıya doğru uzanır. Processus transversus'lar lamina ve pediculus'ların birleşme yerinden laterale doğru çıkarlar. Bu çıkıntılar kaldıraç noktası gibi çalışırlar; kaslar ve ligamentler için yapışma yerleridir.

Processus articularis'ler ise dikey olarak düzenlenmiş olup, ikisi kemerin alt, ikisi üst yüzünde bulunur. Lamina ve pediculus'ların birleşme yerinden çıkarlar. Bir omurun iki proc. articularis superior'u, bir üstteki omurun iki proc. articularis inferior'u ile eklem yaparak, iki artt. synoviales'i meydana getirirler.

Pediculus'lar alt ve üst sınırlarında çentiklidirler; bunlara **incisura vertebralis superior** ve **inferior** adı verilir. Üst üste duran iki omurun çentikleri karşılıklı gelerek **foramen intervertebrale**'i oluştururlar. Eklemleşmiş bir iskelette, bu delikler spinal sinirler ve damarlar için geçit oluştururlar. Bir n. spinalis'in radix anterior ve posterior'u, onları saran dura ile beraber bu deliklerde birleşir ve segmental bir spinal siniri meydana getirirler.

Columna Vertebralis'in Eklemleri

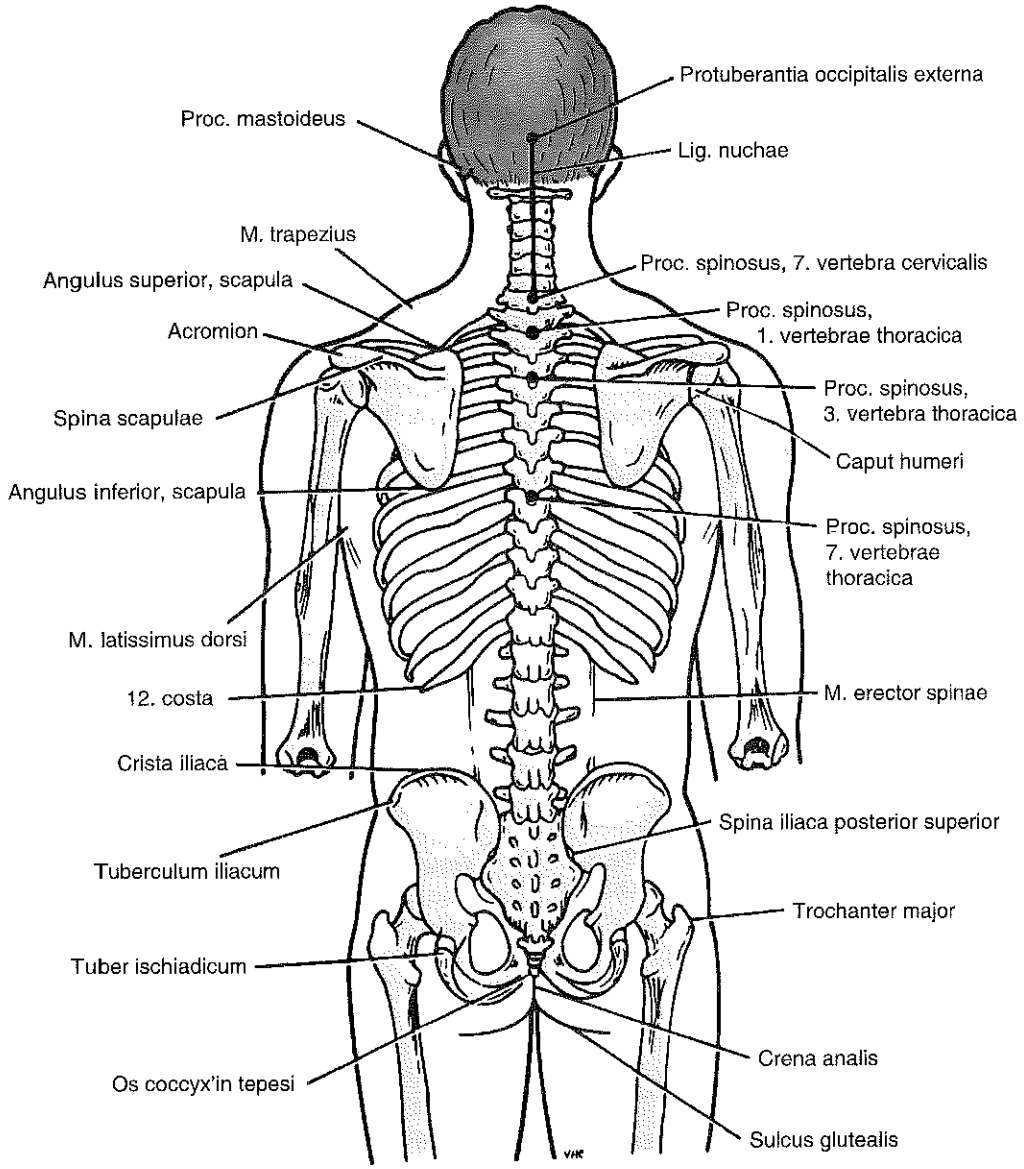
Omurlar kendi aralarında, gövdeleri arasında kartilaginöz eklemler, proc. articularis'lerinde ise sinovyal eklemler ile eklemleşirler. Burada kısa bir özet verilecektir.

İki Omur Gövdesi Arasındaki Eklemler

Her bir corpus vertebrae arasında bulunan fibrokartilaginöz yapıdaki discus intervertebralis'ler bir sandviçe benzetilebilir (Şekil 4-3).

Discus İntervertebralis

Discus intervertebralis'ler (Şekil 4-3), hareketin en fazla olduğu boyun ve bel bölgesinde en kalındır. Columna



Şekil 4-1 İskeletin arkadan ve columna vertebralis'in görünümü. Protuberantia occipitalis externa, lig. nuchae (siyah kalın çizgi) ve bazı palpe edilebilen omurların izdüşümü (noktalar) gösterilmiştir.

vertebralis'e binen yük aniden arttığında şok emici gibi çalışırlar. Ancak dirençleri artan yaşla beraber azalır.

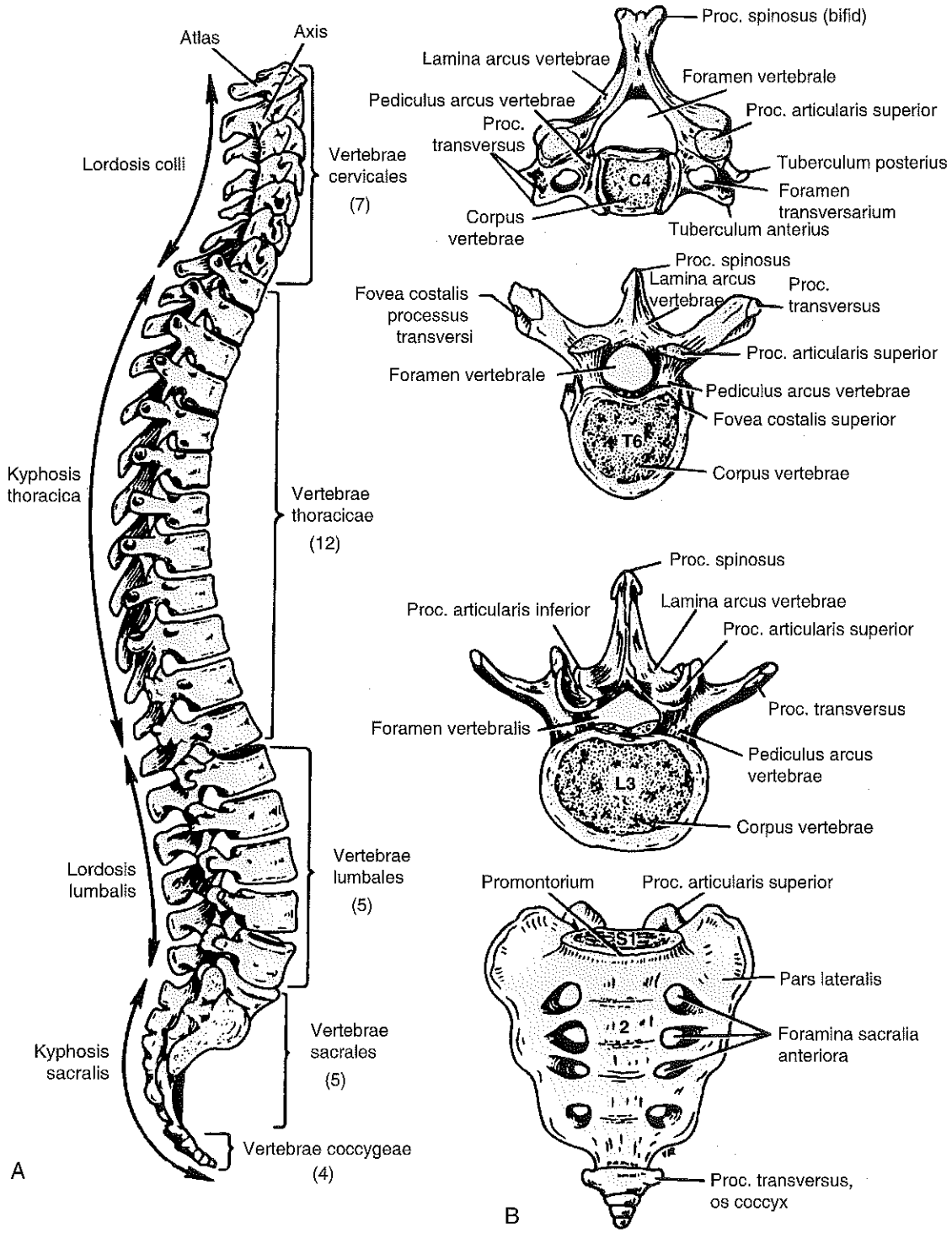
Her discus, anulus fibrosus adı verilen periferik bir bölüm ve nucleus pulposus isimli merkezi bir kısımdan oluşur (Şekil 4-3).

Anulus fibrosus, fibröz kıkırdak yapısında olup, her iki omur gövdesine ve lig. longitudinale anterius ve posterius'a sıkıca tutunmuştur.

Nucleus pulposus, gençlerde ovoid şekilli jelatinöz bir kütledir. Genellikle basınç altındadır ve discus'un arka bölümüne daha yakın yerleşmiştir. Altındaki ve üstündeki omurların discus'a bakan yüzleri ince bir hyalin kıkırdak tabaka ile örtülüdür.

Yarı akışkan yapısı sayesinde nucleus pulposus, şekil değiştirebilir ve komşu iki omurun öne veya arkaya doğru hareket etmesine izin verir. Columna vertebralis'teki ani ağırlık artışı nucleus'un yassılaşmasına neden olur; bu durumda anulus fibrosus'un direnci nucleus'u yerinde tutar. Bazen anulus fibrosus artan basınca dayanamaz ve yırtılır; nucleus, canalis vertebralis'e fıtıklaşabilir. Fıtıklaşan nucleus, spinal sinirleri, onların köklerini veya omuriliği sıkıştırabilir.

İlerleyen yaşla, nucleus pulposus küçülür ve yerini fibröz kıkırdağa bırakır. Anulus'taki kollajen lifler dejenere olur ve sonuç olarak basınç altında nucleus'u içinde barındıramaz. İleri yaşta, discus'lar daha ince ve daha az

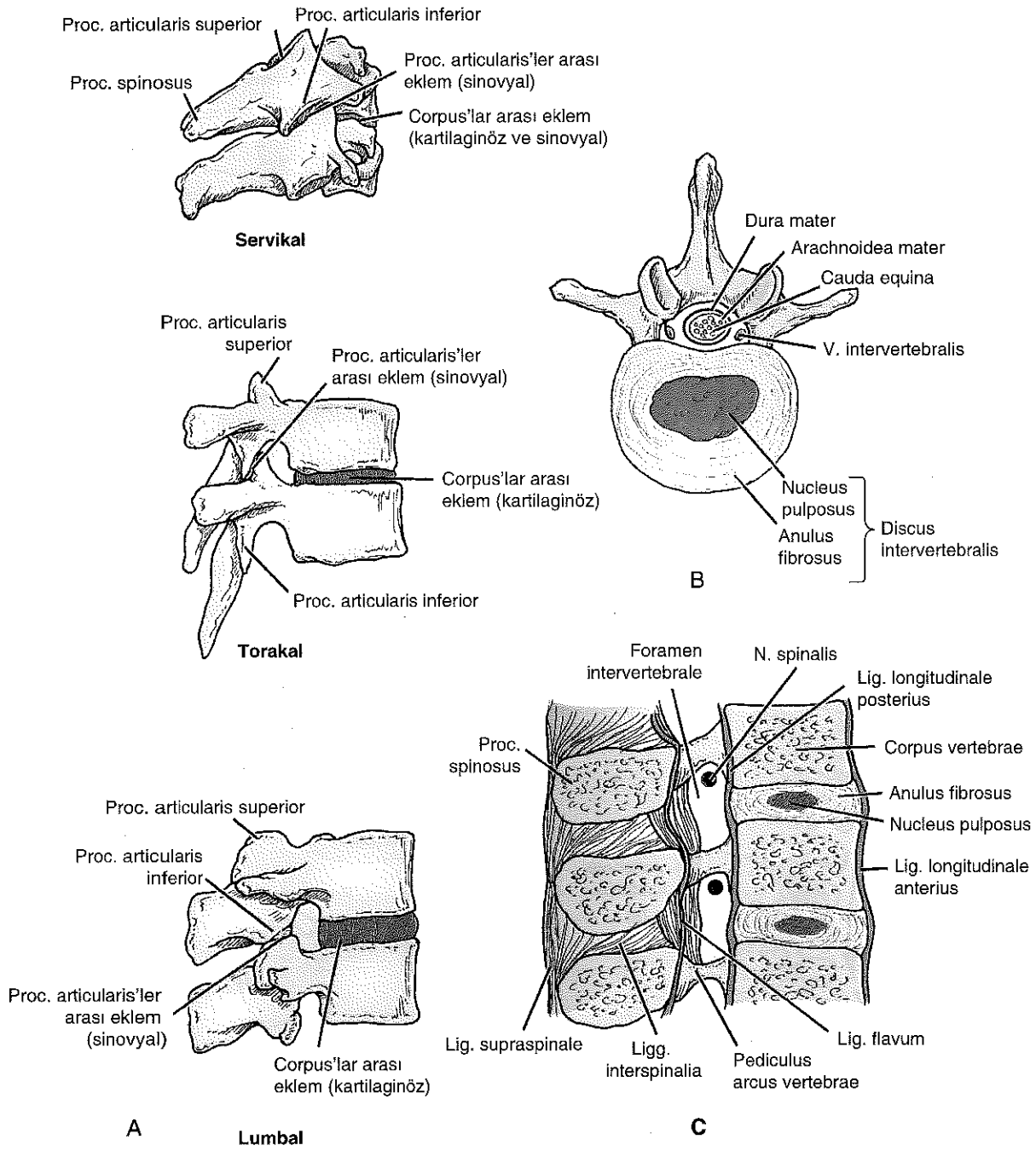


Şekil 4-2 **A:** Columna vertebralis'in yandan görünümü. **B:** Değişik omur tiplerinin görünümü.

elastik olup, nucleus ile anulus'u ayırmak mümkün değildir.

Ligamentler

Lig. longitudinale anterius ve **posterius**; kafa tabanından os sacrum'a kadar, columna vertebralis'in önünde ve arkasında uzanırlar (Şekil 4-3). Lig. longitudinale anterius, daha geniş ve güçlü olup, corpus vertebrae'lerin önüne, yanlarına ve discus'lara sıkıca tutunmuştur. Lig. longitudinale posterius, ince ve zayıf olup, sadece discus'ların arka sınırına tutunur.



Şekil 4-3 **A**: Columna vertebralis'in servikal, torakal ve lumbal bölümlerindeki eklemler. **B**: 3. Lumbal omurun üstten görünümü, discus intervertabralis ve cauda equina arasındaki ilişki.

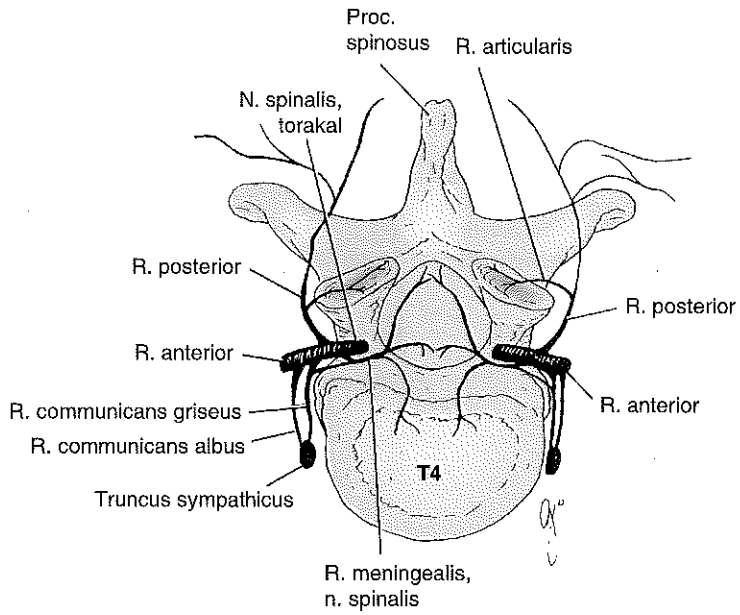
İki Arcus Vertebrae Arasındaki Eklemler

İki arcus vertebrae arasındaki eklem sinovyal karakterde olup, komşu proc. articularis superior ve inferior arasında bulunur (Şekil 4-3).

Ligamentler

- **Lig. supraspinale** (Şekil 4-3)**:** Komşu iki proc. spinosus'un tepeleri arasında uzanır.
- **Ligg. interspinalia** (Şekil 4-3)**:** Komşu proc. spinosus'lar arasındadır.
- **Ligg. intertransversaria:** Komşu proc. transversus'lar arasında bulunur.
- **Lig. flavum** (Şekil 4-3)**:** Komşu omurların lamina'larını bağlar.

Sevikal bölgede, lig. supraspinale ve ligg. interspinalia belirgin bir şekilde kalınlaşır ve **lig. nuchae**'yı oluştururlar.



Şekil 4-4 Vertebral eklemlerin innervasyonu. Belirli bir seviyede, eklemler komşu iki spinal sinirden dal alır.

Vertebral Eklemlerin İnnervasyonu

Vertebra korpusları arasındaki eklemler, spinal sinirlerin meningeal dalları (Şekil 4-4) tarafından innerve edilir. Proc. articularis'ler arasındaki eklemler ise spinal sinirlerin ramus posterior'larının dalları (Şekil 4-4) tarafından innerve edilir ve bir seviyedeki eklem, komşu iki spinal segmentten de dal alır.

Artt. atlantooccipitales ve artt. atlantoaxiales, bu bölümde ele alınmayacaktır.

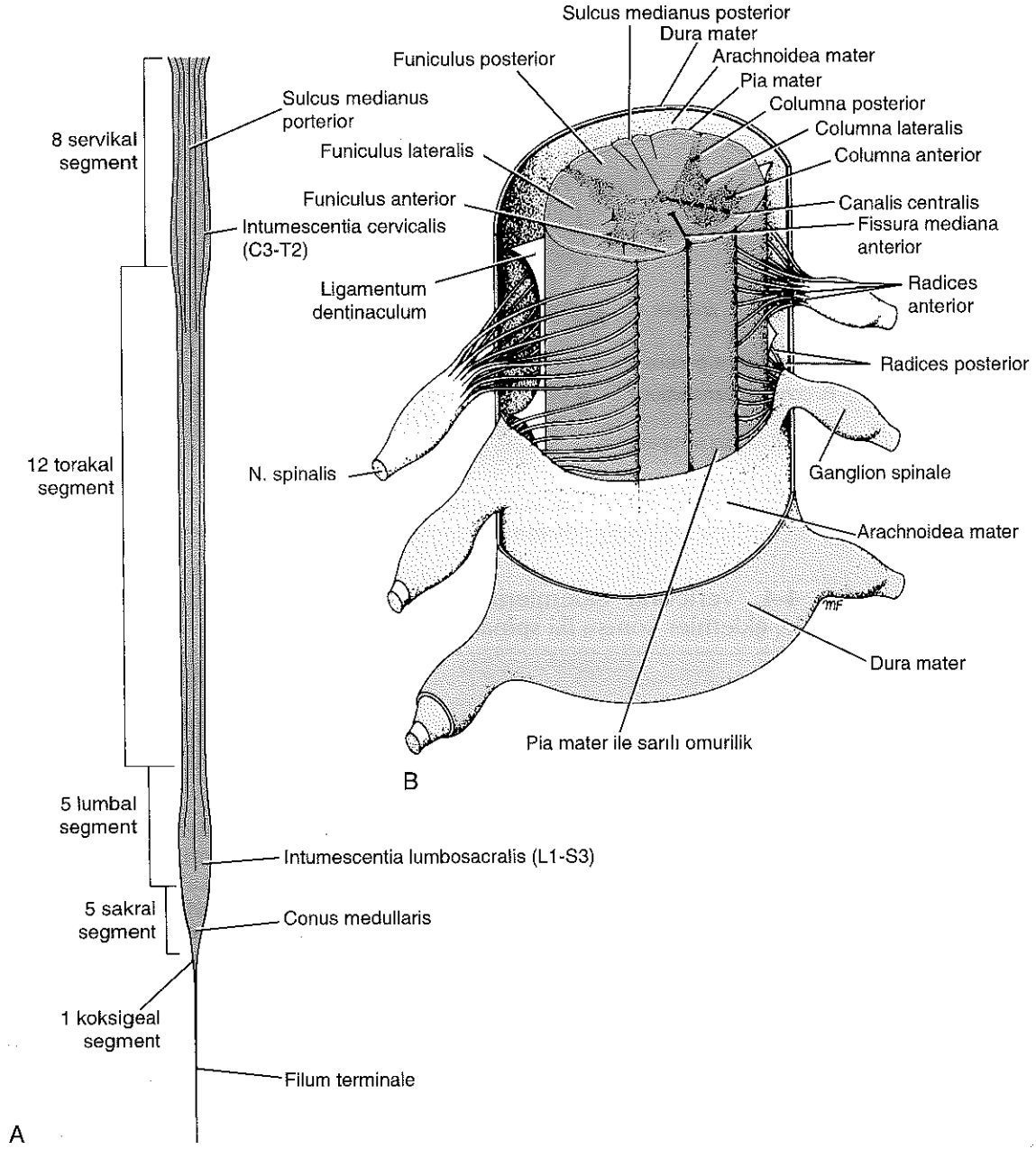
Medulla Spinalis'in Makroskopik Görünümü

Medulla spinalis (omurilik), kabaca silindir şeklindedir. Yukarıda kafatasında foramen magnum'dan başlar ve burada **medulla oblongata** ile devam eder. Aşağıda erişkinde **1. lumbal vertebranın alt kenarı** düzeyinde sonlanır. Çocukta ise göreceli olarak daha uzundur ve genellikle **3. lumbal vertebranın üst kenarında** sonlanır. Böylece canalis vertebralis'in üst 2/3 kısmında yer alır ve **dura mater**, arachnoidea mater ve **pia mater** isimli üç zar ile sarılmıştır. Medulla spinalis'i çevreleyen **spatium subarachnoideum**'da bulunan **serebrospinal sıvı,** ilave bir koruma görevi yapar.

Medulla spinalis, biri plexus brachialis'in origin aldığı servikal bölgede, diğeri ise plexus lumbosacralis'in origin aldığı alt torakal ve lumbal bölgelerde olmak üzere fusiform biçimde iki genişleme gösterir. Bu genişlemeler **intumescentia cervicalis** ve **intumescentia lumbosacralis** olarak adlandırılır (Şekil 4-5). Aşağıda medulla spinalis gittikçe incelerek **conus medullaris**'i oluşturur. Conus medullaris'in tepesinden pia mater'in bir uzantısı aşağıya inerek coccyx'in arka yüzüne yapışır. Bu uzantıya **filum terminale** denilir. Medulla spinalis'in ön yüzünde orta hatta uzanan derin longitudinal yarığa **fissura mediana anterior** ve arka yüzünde uzanan sığ oluğa **sulcus medianus posterior** denilir (Şekil. 4-5).

Medulla spinalis'e tüm uzunluğu boyunca **radix anterior** (motor)* ve **radix posterior** (duysal) tarafından oluşturulan 31 çift spinal sinir tutunur (Bkz. Şek. 4-5). Her bir kök fila radicularia ile medulla spinalis'e bağlanır. Her bir arka kökte, hücreleri periferik ve merkezi sinir liflerini oluşturan bir ganglion spinale bulunur.

[1]Eski nörobiyolojik araştırmaların çoğu hayvanlar üzerinde yapıldığı için bir çok araştırmacı ön kökleri ventral kökler ve arka kökleri ise dorsal kökler olarak adlandırmıştır. Bu karışıklık insan omuriliğinde en çok ak ve gri maddelerde yapılmaktadır. Ön gri madde için columna anterior ve arka ak madde için funiculus posterior vb. adlandırma referans alınmıştır. Spinal sinir kökleri için kullanılan terminoloji tüm konu boyunca takip edilecektir.



Şekil 4-5 Medulla spinalis **A:** Lumbosakral ve servikal şişkinliklerin arkadan görünüşü. **B:** Dura mater, arachnoidea mater ve pia mater ile sarılı üç omurilik segmenti.

Medulla Spinalis'in Yapısı

Medulla spinalis, gri maddeden (substantia grisea) yapılı bir iç kısım ile bunu çevreleyen ak maddeden yapılı (substantia alba) bir dış tabakadan oluşmuştur (Şek. 4-6 ile 4-10 arası). Medulla spinalis segmentlerine ait bir ayrım işareti yoktur.

Medulla spinalis'in degişik bölgelerindeki yapısal detayların karşılaştırılması için Tablo 4-1'e bakınız.

Substantia Grisea (Gri Madde)

Enine kesitte gri madde, canalis centralis'i içeren commissura grisea ile birbirlerine bağlanmış cornu anterius ve cornu posterius (veya columna anterior ve columna posterior)'lardan oluşan bir H harfi şeklinde görülür. Medulla spinalis'in torakal ve üst lumbal segmentlerinde küçük bir cornu laterale (veya columna lateralis) bulunur. Medulla spinalis'in herhangi bir düzeyindeki gri

Tablo 4-1 Medulla spinalis'in farklı bölgelerinde yapısal detayların karşılaştırılması[a]

			Gri madde		
Bölge	**Şekil**	**Ak Madde**	**Columna Anterior**	**Columna Posterior**	**Columna Lateralis**
Servikal	Oval	Fasciculus cuneatus ve fasciculus gracilis bulunur	Hücrelerin medial grubu boyun kasları, santral grubu nucleus accessorius (C1-5) ve nucleus phrenicus (C4,5), lateral grubu üst ekstremite kasları ile ilgilidir	Substantia gelatinosa bulunur ve C2 düzeyinde nucleus nervi trigemini ile devam eder; nucleus proprius bulunur; nucleus dorsalis (Clark kolonu) bulunmaz	Bulunmaz
Torakal	Yuvarlak	Fasciculus cuneatus (T1-6) ve fasciculus gracilis bulunur	Hücrelerin medial grubu gövde kasları ile ilgilidir	Substantia gelatinosa, nucleus proprius, nucleus dorsalis (Clark kolonu) ve visseral afferent nucleus bulunur	Bulunur, preganglionik sempatik lifler verir
Lumbal	Yuvarlak-oval	Fasciculus cuneatus bulunmaz, fasciculus gracilis bulunur	Hücrelerin medial grubu alt ekstremite kasları, santral grubu lumbosakral sinir ile ilgilidir	Substantia gelatinosa, nucleus proprius, visseral afferent nucleus ve L1-4 düzeyinde nucleus dorsalis (Clark kolonu) bulunur	Bulunur (L1,2,[3]), preganglionik sempatik lifleri verir
Sakral	Yuvarlak	Az miktarda bulunur. Fasciculus cuneatus bulunmaz, fasciculus gracilis bulunur	Hücrelerin medial grubu alt ekstremite ve perineal kaslar ile ilgilidir	Substantia gelatinosa, nucleus proprius bulunur	Bulunmaz, S2-4'te parasempatik çıkış ile ilgili hücre grupları bulunur

[a]Bu tablodaki bilgiler, medulla spinalis'ten yapılan bir kesitin düzeyini belirlemede yararlıdır.

madde miktarı o seviyeden innerve olan kasların miktarıyla orantılıdır. Bu nedenle, üst ve alt ekstremite kaslarını innerve eden servikal ve lumbosakral genişlemelerin olduğu bölümlerde gri madde en geniş boyutlara sahiptir (Şekil 4-6 ile 4-10 arası).

Yapı

Merkezi sinir sisteminin diğer yerlerinde olduğu gibi medulla spinalis'in gri maddesi, sinir hücreleri ve uzantıları, nöroglia ve kan damarlarından oluşur. Sinir hücreleri multipolardır. Nöroglialar, sinir hücre gövdeleri ve uzantıları çevresinde düzenli bir ağ oluştururlar.

Columna Anterior'daki Sinir Hücre Grupları

Sinir hücrelerinin çoğu büyük ve multipolardır. Aksonları, spinal sinirlerin ön köklerinden iskelet kaslarını innerve eden **alfa efferentler** olarak dışarıya çıkarlar. Daha küçük olan sinir hücreleri de multipolardır ve çoğunun aksonları, spinal sinirlerin ön köklerinden noromüsküler iğciklerin intrafusal kas liflerini innerve eden **gamma efferentler** olarak dışarıya çıkarlar.

Pratik açıdan[2], columna anterior'un sinir hücreleri üç temel gruba veya sütuna (nuclei mediales, nuclei centrales ve nuclei laterales) ayrılabilir (Şekil 4-6).

Medial grup, medulla spinalis'in çoğu segmentinde bulunur. Boyun ve gövdenin (interkostal ve abdominal kaslar da dahil olmak üzere) iskelet kaslarının innervasyonundan sorumludur.

Santral grup, en küçüğüdür ve bazı servikal ve lumbosakral segmentlerde bulunur (Şek. 4-6 ve 4-7). Medulla spinalis'in servikal bölümünde bu sinir hücrelerinin bazıları (segment C3, 4 ve 5) özellikle diafragmayı innerve eder ve topluca nucleus nervi phrenici olarak adlandırılır (Şek. 4-7). Üst beş veya altı servikal segmentlerdeki sinir hücrelerinin bazıları m. sternocleidomastoideus ve m. trapezius'u innerve eder ve nucleus nervi accessorii olarak adlandırılır (Şek. 4-6 ve 4-7). Bu hücrelerin aksonları n. accessorius'un spinal bölümünü oluşturur. Medulla spinalis'in 2. lumbal segmentinden 1. sakral segmentine kadar alan bölümünde bulunan ve aksonlarının dağılımı bilinmeyen hücreler nuc. lumbosacralis'i oluşturur.

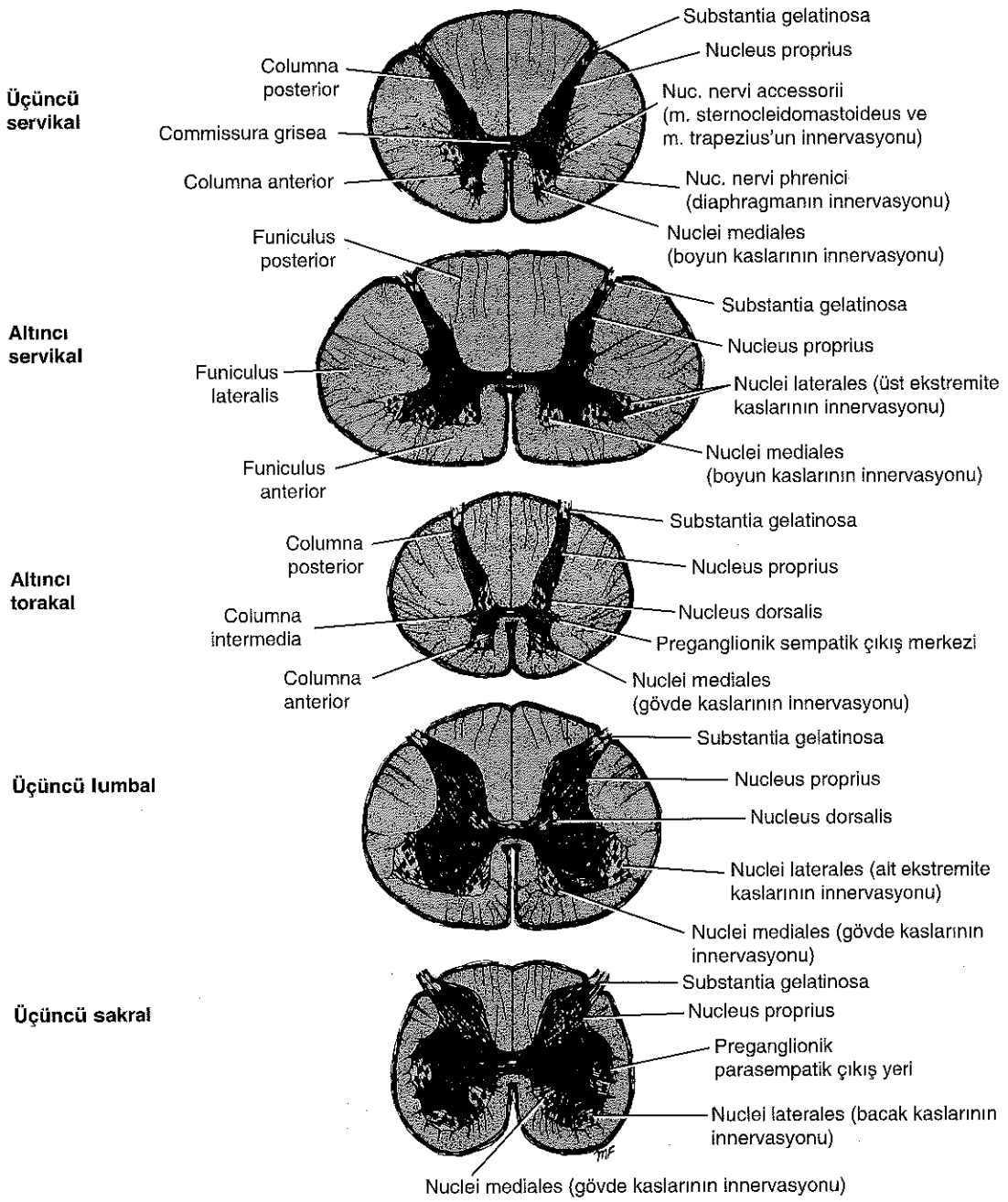
Lateral grup, medulla spinalis'in servikal ve lumbosakral segmentlerinde bulunur ve ekstremitelerdeki iskelet kaslarının innervasyonundan sorumludur (Şek. 4-6, 4-7, 4-9 ve 4-10).

Columna Posterior'daki Sinir Hücre Grupları

Arka gri kolonda 4 sinir hücre grubu vardır; ikisi medulla spinalis'in uzunluğu boyunca devam eder ve ikisi torakal ve lumbal segmentlere sınırlıdır.

Substantia gelatinosa grubu, medulla spinalis boyunca uzanır ve columna posterior'un apeksinde bulunur (Şek. 4-6 ile 4-10 arası). Büyük miktarda Golgi tip 2

[2]Medulla spinalis'in kalın kesitlerinde, gri maddenin laminer (tabakalı) bir görünüme sahip olduğu görülür. Rexed (1954), kedilerin medulla spinalis'inde 10 nöron laminası tanımlamıştır. Bu detaylı hücre mimarisine göre düzenlenmiş laminalar araştırıcılar için yararlı olabilir ama klinikteki bir nörolog'a yararı sınırlıdır.

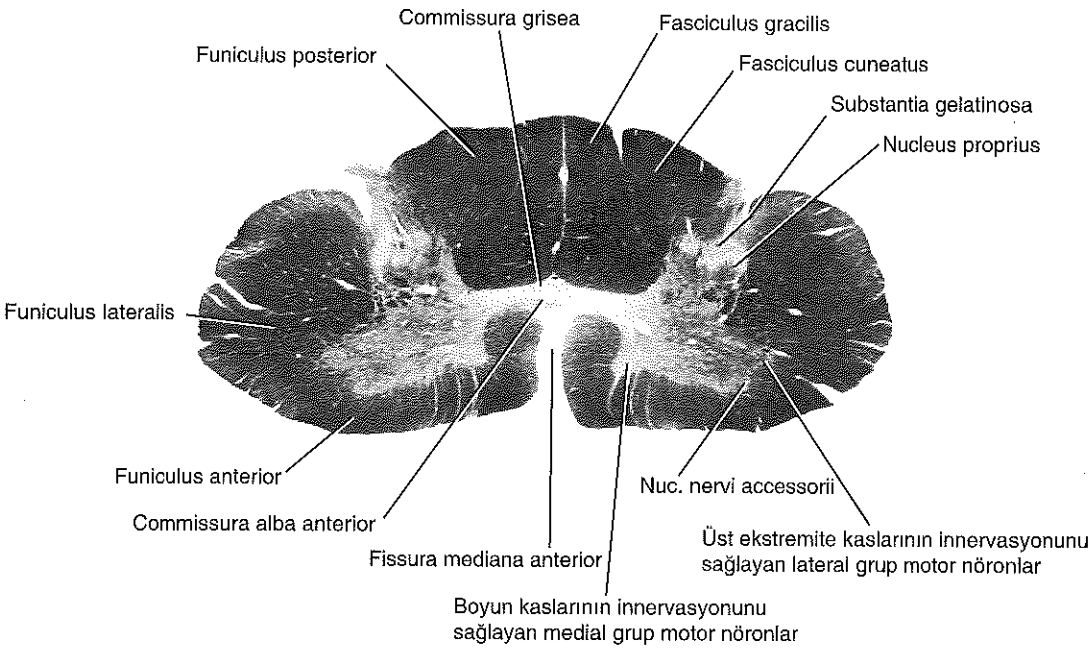


Şekil 4-6 Substantia grisea ve substantia alba'nın düzenlenmesinin görüldüğü farklı düzeylerde medulla spinalis'in transvers kesitleri.

nöron içerir; arka kökten ağrı, ısı ve dokunma ile ilgili afferent lifler alırlar. Ayrıca, supraspinal seviyelerden inen liflerden de afferentleri vardır. Ağrı ve ısı duyusu uyarılarının, diğer duysal uyarılardan gelen eksitatör ve inhibitör bilgilerle ve serebral korteksten gelen bilgilerle modifiye edildiğine inanılır.

Nucleus proprius, medulla spinalis boyunca substantia gelatinosa'nın önünde lokalize olmuş sinir hücrelerinin bir grubudur (Şek. 4-6 ile 4-10 arası). Bu nucleus, columna posterior'da bulunan hücrelerin ana kitlesini oluşturur. Pozisyon ve hareket duyusu (propriosepsiyon), iki nokta ayrımı ve vibrasyon duyusu ile ilgili olan funiculus posterior'dan lifler alır.

Nucleus dorsalis (Clarke kolonu) columna posterior'un tabanında lokalize olmuş sinir hücrelerinin bir grubudur. 8. servikal segmentten 3. veya 4. lumbal segmente kadar uzanır (Şek. 4-6 ile 4-9 arası). Hücrelerin çoğu oldukça buyüktür ve proprioseptif sonlanmalarla (nöromuskuler ve tendon iğcikleri) ilgilidir.



Şekil 4-7 Beşinci boyun segmenti düzeyinde omuriliğin transvers kesiti (Weigert boyama).

Visseral afferent çekirdek, nucleus dorsalis'in lateralinde lokalize olmuş orta büyüklükteki sinir hücrelerinin bir grubudur. 1. torakal segmentten 3. lumbal segmente kadar uzanır. Visseral afferent bilgi alımı ile ilgili olduğuna inanılır.

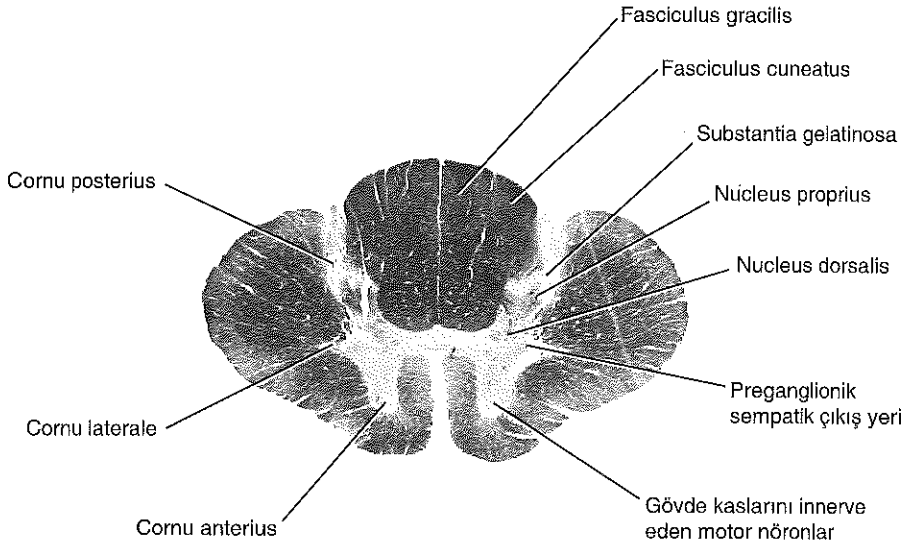
Columna Lateralis'teki Sinir Hücre Grupları

İntermediolateral hücre grubu (nuc. intermediolateralis), küçük olan columna lateralis'i oluşturur ve 1. torakal segmentten 2. veya 3. lumbal segmente kadar uzanır (Şek. 4-6 ve 4-8). Hücreler küçüktür ve preganglionik sempatik lifleri verirler.

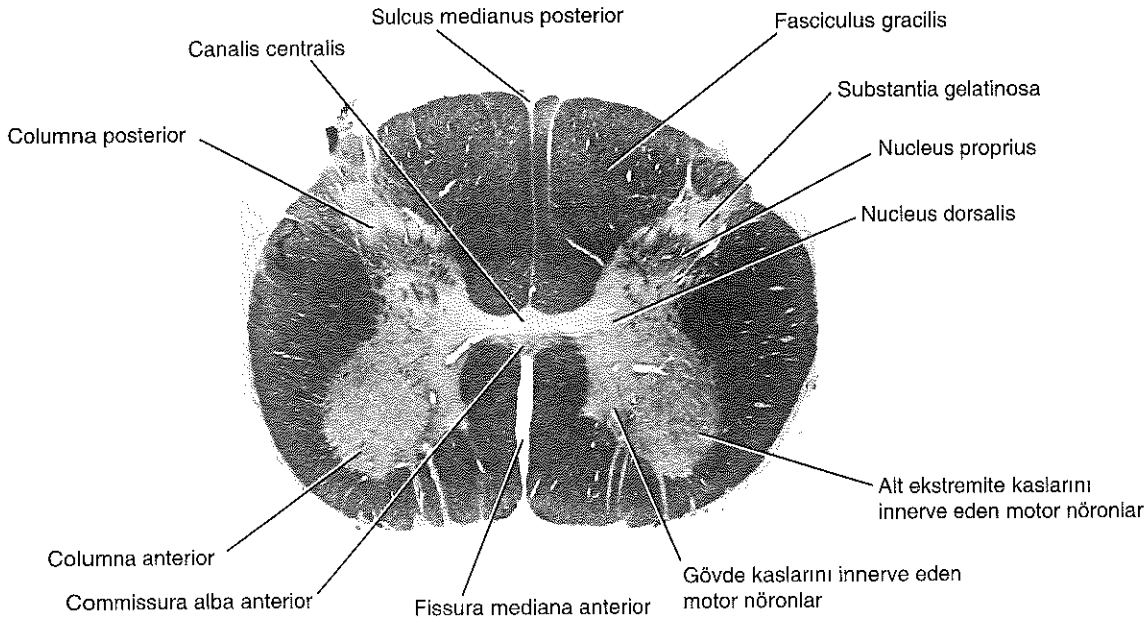
2., 3. ve 4. sakral segmentlerde preganglionik parasempatik lifleri veren benzer bir hücre grubu bulunur (Şekil 4-6 ve 4-10).

Commissura Grisea ve Canalis Centralis

Medulla spinalis'in transvers kesitlerinde, her iki taraftaki columna anterior ve posterior'lar bir transvers **commissura grisea** (gri birleşek) ile birleştirilir; böylece gri madde H harfine benzetilir (Şek. 4-6 ile 4-10 arası). **Canalis centralis**, commissura grisea'nın merkezine yerleşmiştir. Commissura grisea'nın canalis centralis'in arkasında bulunan bölümü sıklıkla **commissura grisea**



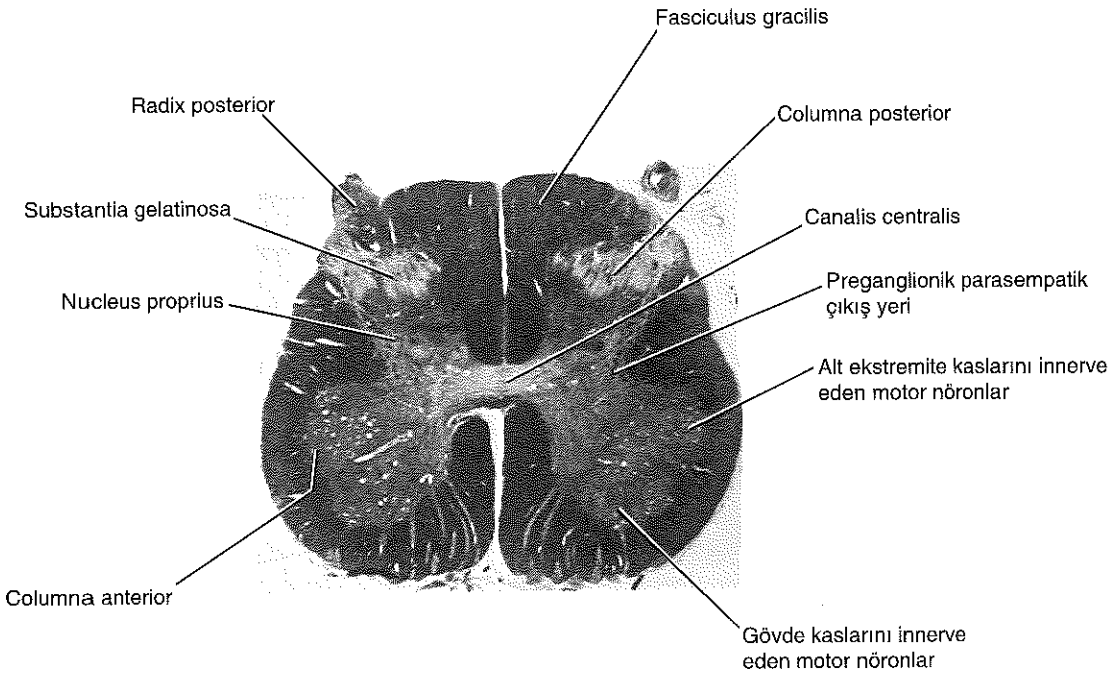
Şekil 4-8 İkinci torakal segment düzeyinde omuriliğin transvers kesiti (Weigert boyama)



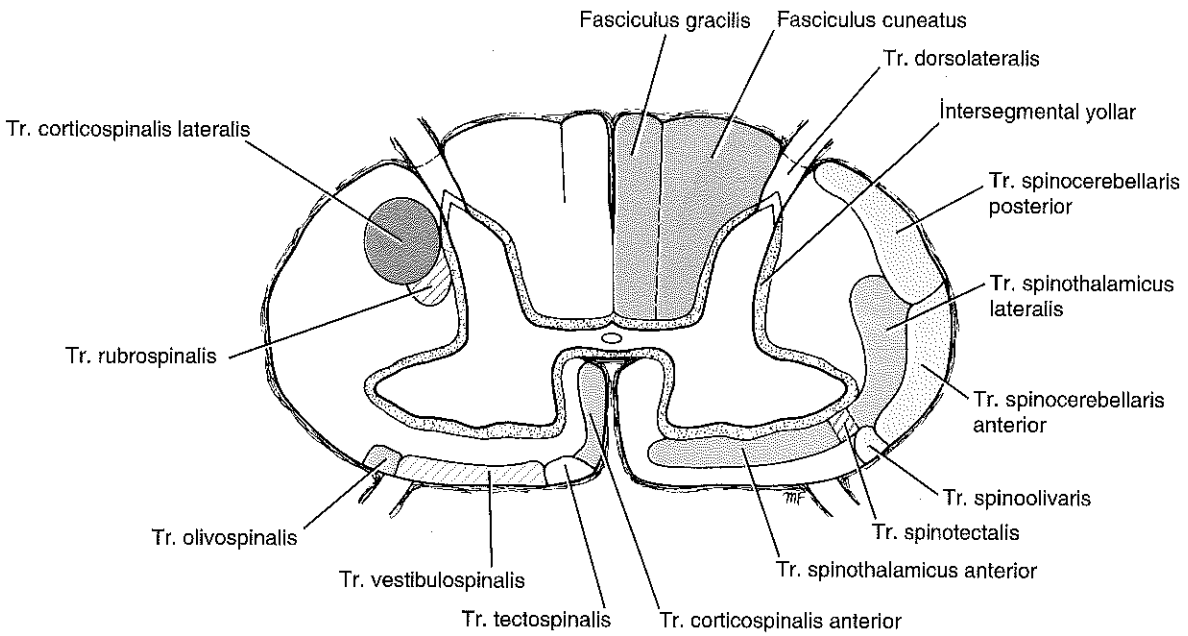
Şekil 4-9 Dördüncü lumbal segment düzeyinde omuriliğin transvers kesiti (Weigert boyama).

posterior ve benzer şekilde kanalın önünde bulunan bölümü **commissural grisea anterior** olarak adlandırılır.

Canalis centralis, medulla spinalis boyunca bulunur (Şek. 4-6 ile 4-10 arası). Yukarıda medulla oblongata'nın kaudal yarısının canalis centralis'i ile devam eder ve bu bölgenin üzerinde 4. ventrikül boşluğuna açılır. Aşağıda conus medullaris içinde, fusiform şeklinde **ventriculus terminalis** olarak genişler ve altta filum terminale'nin kökü içinde son bulur. Canalis centralis, beyin omurilik sıvısı ile doludur ve **ependyma** adı verilen silialı kolumnar epitel ile döşelidir. Bu nedenle canalis centralis aşağıda kapalıdır ve yukarıda 4. ventrikule açılır.



Şekil 4-10 İkinci sakral segment düzeyinde omuriliğin transvers kesiti (Weigert boyama).



Şekil 4-11 Sağda çıkan, solda inen yolların genel yerleşiminin görüldüğü, medulla spinalis'in midservikal düzeyinden transvers kesiti.

Substantia Alba (Ak Madde)

Anlatım kolaylığı için, ak madde **funiculus anterior**, **lateralis** ve **posterior** olarak bölünebilir (şekil 4-5 ile 4-10 arası). Funiculus anterior, her iki tarafta, orta hat ile ön sinir köklerinin çıkış yerleri arasında; funiculus lateralis, ön sinir köklerinin çıkış yerleri ile arka sinir köklerinin giriş yerleri arasında; funiculus posterior, arka sinir köklerinin girişi ile orta hat arasında yer alır.

Yapı

Merkezi sinir sisteminin diğer bölgelerinde olduğu gibi medulla spinalis'in ak maddesi, sinir lifleri, nöroglia ve kan damarlarından oluşmuştur. Gri maddeyi çevreler ve myelinli sinir liflerinin yüksek oranda bulunması nedeniyle rengi beyaz olarak görülür.

Sinir Lifi Yollarının Düzenlenişi

Medulla spinalis içindeki sinir lifi yollarının düzenlenişi, hayvan deneylerinin sonuçlarıyla ve medulla spinalis'inde kaza veya hastalık sonucu dejenerasyona uğramış sinir lifleri bulunan insanlar üzerinde yapılan çalışmalar sonucunda öğrenilmiştir. Ak maddenin belirli yerlerinde bazı sinir yolları yoğunlaşmış olmakla beraber, şimdi biraz da olsa birbirlerine karışmış durumda oldukları genellikle kabul edilir. Anlatım kolaylığı için spinal yollar; çıkan, inen ve intersegmental yollar olarak ayrılır; bu yolların ak madde içindeki göreceli konumları aşağıda anlatılmıştır. Major yolların genel düzenlenişi, basitleştirilmiş olarak Şek. 4-11'de gösterilmiştir.

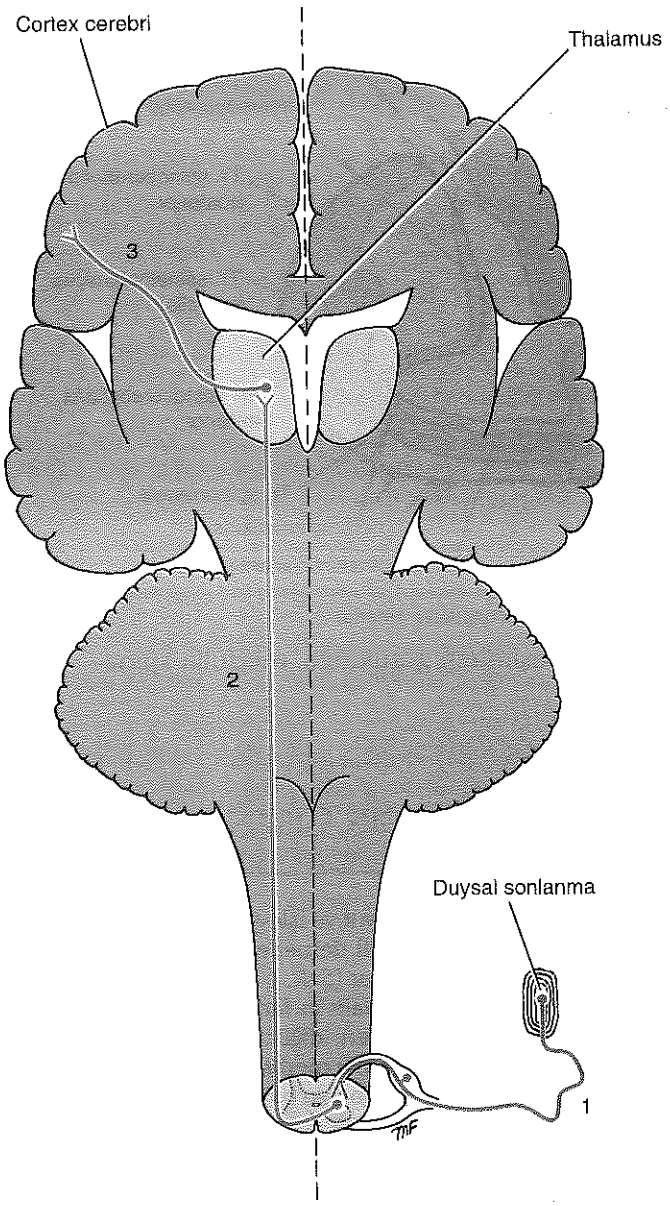
Omuriliğin Çıkan Yolları

Omuriliğe giren farklı boyut ve işlevdeki duysal sinir lifleri, substantia alba'da sinir lifi demetleri veya **tractus**'lar olarak gruplanırlar ve ayrılırlar (Şek. 4-11 ve 4-12). Sinir liflerinin bazıları medulla spinalis'in farklı segmetlerini bağlamaya yardım etmekteyken; diğer bir kısmı ise medulla spinalis'ten daha yüksekteki merkezlere çıkarlar ve böylece beyin ile omurilik arasındaki bağlantıyı sağlarlar. Yukarı merkezlere çıkan sinir lifi demetleri, **çıkan yollar** olarak belirtilirler.

Çıkan yollar, bilinç düzeyine erişebilen veya erişemeyen afferent bilgileri (impulsları) iletirler. Bilgiler (impulslar) iki ana grup altında sınıflandırılabilirler: (1) ağrı, ısı ve dokunma gibi vücudun dışından orijin alan impulslar olan **eksteroseptif bilgiler**; (2) örneğin kas ve eklemler gibi vücudun içinden kaynaklanan **proprioseptif impulslar**.

Anatomik Yapılanma

Periferik duysal sonlanmalardan alınan genel duyu, sinir sistemi boyunca bir seri nöron tarafından iletilir. Bunun en basit şekli olan bilinçli çıkan bir yol üç nöron içerir (Şek. 4-12). Birinci nöronun **(birinci aşama nöronu)** hücre gövdesi, spinal sinirin **arka kök ganglionu**nda (ganglion spirale) bulunur. Birinci nöronun periferik uzantısı bir duysal sonlanmaya (reseptör) bağlanır; merkezi uzantısı ise arka kökten omuriliğe girerek ikinci nöron ile sinaps yapar. **İkinci nöron**dan çıkan akson



Şekil 4-12 Duyusal sinir sonlanmasından, cortex cerebri'ye ulaşan, çıkan duyusal yolun en basit şekli. Üç nörondan oluştuğuna dikkat ediniz.

çaprazlaşarak (karşı tarafa geçerek) **üçüncü nöron** ile sinaps yapmak üzere merkezi sinir sisteminin daha üst düzeylerine yükselir (Bkz. Şek. 4-12). Üçüncü nöron genellikle talamusta yer alır ve serebral korteksin duyu bölümüne yönelen bir projeksiyon lifi verir (Bkz. Şek. 4-12). Üç nöronlu zincir en yaygın düzenleme olarak görülür; fakat bazı afferent yollarda daha az ya da daha fazla nöron da bulunabilir. Çıkan yollardaki nöronların birçoğu, beyin korteksini aktive ederek uyanıklığı sağlayan formatio reticularis'e dal verir. Diğer dallar motor nöronlarla sinaps yaparak refleks kas hareketlerine katılırlar.

Çıkan Yolların İşlevleri

Ağrı ve ısı duyuları tractus spinothalamus lateralis ile, hafif dokunma (temas) ve basınç duyuları ise tractus spinothalamicus anterior'da taşınır (Şek. 4-13). Dokunmanın vücudun tam olarak neresine yapıldığını anlama yeteneği ile iki noktaya eşzamanlı dokunma ve hatta iki noktanın birbirine yakınlığının farkına varılmasını belirten diskriminatif dokunma (taktil diskriminasyon) duyusu, funiculus posterior'da iletilir. Ayrıca vücudun farklı bölümlerinin pozisyon ve hareketlerine göre kas ve eklemlerden çıkan bilgiler de funiculus posterior'da taşınır. Ek olarak, titreşim duyusu da funiculus posterior'da iletilir. Kaslar, eklemler, cilt ve cilt altı bağ dokusundan çıkan bilinçsiz duyular tractus spinocerebellaris anterior, posterior ve tractus cuneocerebellaris tarafından beyinciğe taşınır (Şek. 4-13). Ağrı, ısı ve temas duyuları spinovisual reflekslerin sağlanması için tractus spinotectalis aracılığı ile mesencephalon'un collicus superior'una iletilir (Şek. 4-13). Tractus spinoreticularis, kas, eklem ve deriden çıkarak retiküler formasyona ulaşan bir yol olduğu gibi, tractus spinoolivaris de cerebellum'a bilgi ileten bir başka indirekt, afferent yoldur (Şek. 4-13).

Ağrı ve Isı Yolları

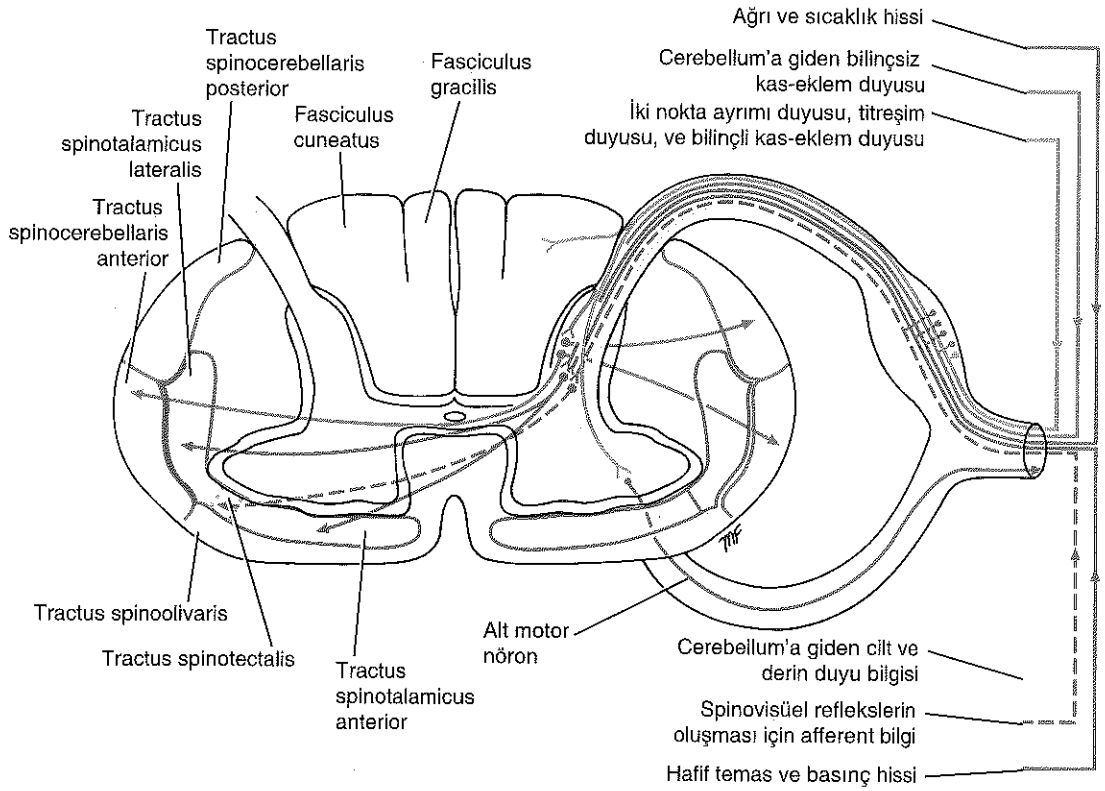
Tractus Spinothalamicus Lateralis[3]

Deri ve diğer dokulardaki ağrı ve ısı reseptörleri, serbest sinir sonlanmalarıdır. Ağrı impsları hızlı ileten delta A tipi lifler ve yavaş ileten C tipi liflerle medulla spinalis'e aktarılır. Hızlı ileten lifler kişileri başlangıçtaki ani, keskin ağrıda uyarırlar; ve yavaş ileten lifler uzamış rahatsız edici ağrının iletiminden sorumludurlar. Keza sıcaklık ve soğukluk da delta A ve C lifleri ile taşınır.

Ganglion spinale'den omuriliğe giren aksonlar columna posterior'un tepesine doğru uzanırlar ve inen-çıkan dallara ayrılırlar (Şek. 4-14). Bu dallar medulla spinalis'in bir veya iki segmentinde seyrederler ve **tractus dorsolateralisi (Lissauer traktusu)** oluşturular. Birinci nöronun bu dalları, substantia gelatinosa'daki nöronlar da dahil olmak üzere columna posterior'daki hücreler (nöronlar) ile sinaps yaparak sonlanırlar. Bu sinapslarda nörotransmitter olarak bir peptid olan substans P kullanılır.

İkinci nöronların aksonları, **omuriliğin bir segmentinde commissura grisea anterior ve commisura alba anterior'dan oblik olarak çaprazlaşarak**, karşı taraf funiculus letaralis'i içinde tractus spinothalamicus lateralis olarak uzanırlar (Şek. 4-14). Tractus spinothalamicus lateralis, tr. spinocerebellaris anterior'un iç yanında yer alır. Medulla spinalis boyunca tr. spinothalamicus

[3]Birbirlerinin yanı sıra yerleşimlerinden ötürü, çıkan yollardan tractus spinothalamicus anterior ve lateralis artık bir yol olarak anılmaktadır. Bu iki yolun birleşik durumuna anterolateral sistem adı verilmektedir. Funiculus posterior'daki çıkan yollara ise lemniskal sistem adı verilmektedir.



Şekil 4-13 Çıkan temel duysal yolların başlangıçlarının gösterildiği, medulla spinalis'in transvers kesiti. Tractus spinothalamicus lateralis'te ağrı ve ısı duyularının, tractus spinothalamicus anterior'da hafif dokunma ve basınç duyularının iletildiğine dikkat ediniz.

lateralis olarak yükselen yola, yeni lifler anteromedial yönden olmak üzere ilave olurlar; şöyleki medulla spinalis'in üst servikal segmentlerinde, sakral lifler lateralde, servikal segmentlere ait lifler ise medialde olacak şekilde konumlanmışlardır. Ağrı ileten lifler, ısı taşıyan liflerin hafifçe önünde uzanırlar.

Medulla oblongata boyunca uzanan tractus spinothalamicus lateralis, nucleus tractus spinalis nervi trigemini ile nucleus olivaris inferior'un arasında medulla'nın lateral yüzüne yakın olarak yer alır. Burada kendine tractus spinothalamicus anterior ve tractus spinotectalis eşlik eder; bu üç yol beraberce **lemnicus spinalis**'i oluştururlar (Şek. 4-14).

Lemniscus spinalis, pons'un arka bölümü boyunca yükselmeye devam eder (Şek. 4-14). Mesencephalon'da lemniscus medialis'in dış yanında olacak şekilde tegmentum'da yer alır. Tractus spinothalamicus lateralis'in liflerinin çoğu talamusun nucleus ventralis posterolateralis'indeki üçüncü nöron'lar ile sinaps yaparak sonlanır (Şek. 4-14). Genel kabule göre kabaca ağrısı duyuları burada değerlendirilir ve emosyonel reaksiyonlar başlatılır.

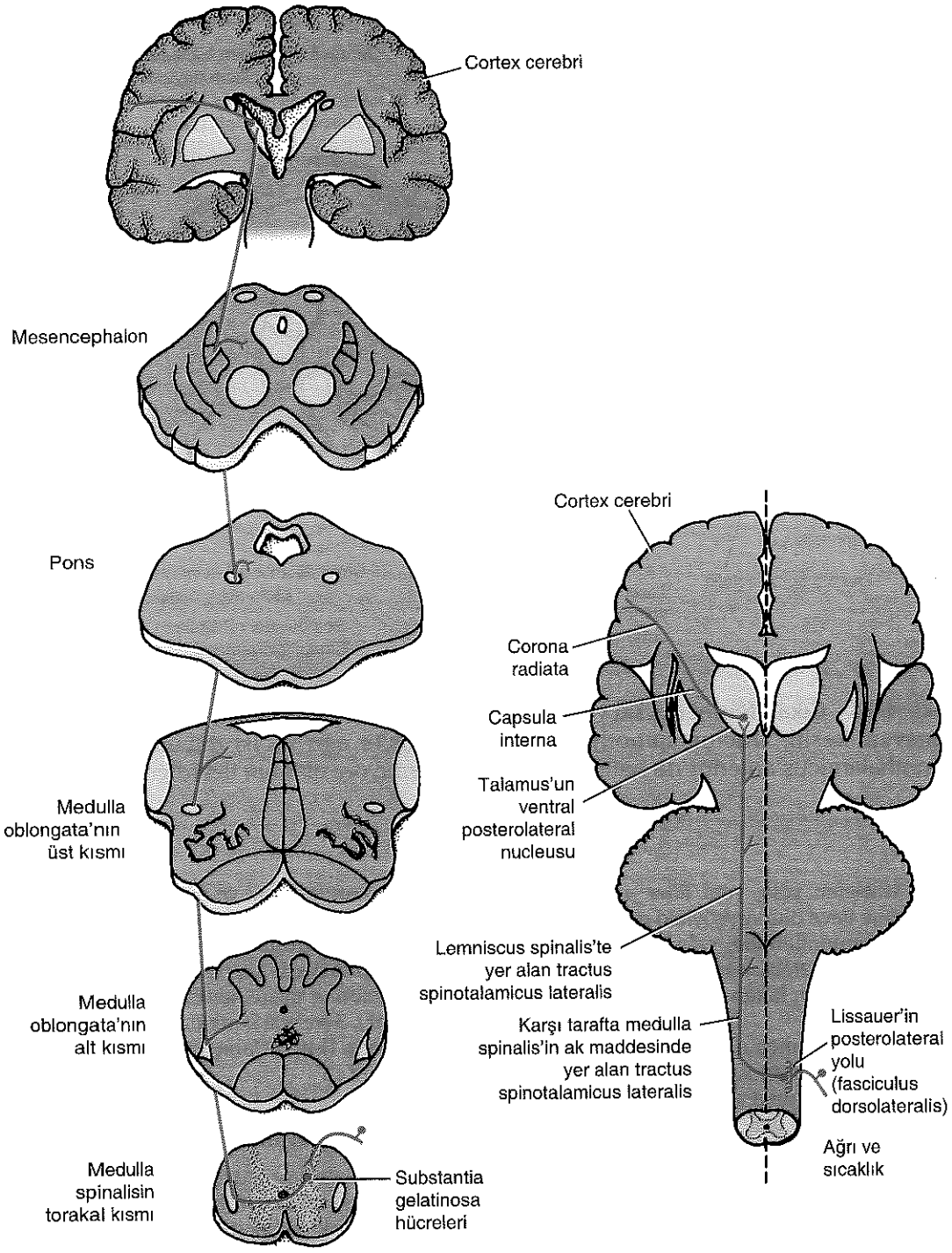
Talamusun nucleus ventralis posterolateralis'indeki üçüncü nöronların aksonları, capsula interna'nın crus posterius'undan ve corona radiata'dan geçerek cortex cerebri'nin gyrus postcentralis'indeki temel duyu merkezine ulaşırlar (Şek. 4-14). Vücudun karşı taraf yarısı, bacak yukarıda, ayak ve anogenital bölge hemisferin iç yüzünde, el ve ağız aşağıda olacak şekilde ters olarak temsil edilir (Ayrıntı için Bkz. s. 291). Bilgiler buradan motor merkezlerde ve parietal assosiasyon merkezlerinde kullanılmak üzere serebral korteksin diğer bölgelerine aktarılır. Serebral korteksin rolü, bilinç düzeyinde duysal bilgilerin (impulsların) özelliklerini yorumlayıp ortaya çıkarmaktır.

Ağrının Algılanması

Ağrının algılanması, duygu-durum ve kişinin geçmiş tecrübelerinden etkilenen karmaşık bir olgudur. Ağrı, kişiyi yaralanma riski olduğuna dair uyararak bu tehlikeyi atlatması ya da üstesinden gelmesini sağlayan bir histir.

Ağrı iki ayrı tür olarak sınıflandırılabilir: **hızlı ağrı** ve **yavaş ağrı**. Hızlı ağrı, ağrılı uyarandan 0,1 saniye içinde hissedilen ağrı tipidir. Yavaş ağrı ise uyarımdan 0,1 saniye ya da daha uzun süre sonra hissedilen ağrıdır. Hızlı ağrı, hasta tarafından, keskin, ani, batıcı olarak tariflenir; parmağa iğne batması sonrası hissedilen ağrıdır. Hızlı ağrı neredeyse tamamen cilt ile sınırlıdır.

Yavaş ağrı ise, yanıcı, sızlayıcı ve zonklayıcı olarak tariflenir. Bir abse varlığında ya da ciddi artritte olduğu gibi doku hasarının olduğu durumlarda hissedilir. Yavaş ağrı vücuttaki tüm dokularda oluşabilir.



Şekil 4-14 Ağrı ve sıcaklık yolları.

Ağrı algısının tüm çeşitleri serbest sinir sonlanmalarıyla hissedilir. Hızlı ağrı, mekanik ve sıcaklık türleindeki uyaranlara bağlı ortaya çıkarken; yavaş ağrı ise, mekanik, sıcaklık ya da kimyasal uyaranlara bağlı olarak meydana gelebilir.

Hasar görmüş dokularda, serbest sinir sonlanmalarını uyarabilecek, **serotonin, histamin, bradikinin, laktik asit gibi asitler ve K iyonları** gibi birçok kimyasal madde saptanmıştır. Prostoglandinler ve substans P ile serbest sinir sonlanmalarının ağrı eşiği düşürülebilir; fakat bu maddeler kendi başlarına uyarı yaratamazlar.

Uyaranın sürekli şekilde devam etmesinin doku hasarına sebebiyet vereceği bilinmelidir; ağrı reseptörlerinin adaptasyon yetisi yok denecek kadar azdır.

Ağrının Merkezi Sinir Sisitemine İletilmesi

Hızlı ağrı periferik sinirlerden geniş çaplı A Delta aksonlarında 6-30m/sn. hızla iletilir. Yavaş ağrı, daha dar çaplı C lifleriyle 05-2 m/sn. hızla iletilir. Hızlı ağrı, uyaranla karşılaşan kişinin uygun korumaya yönelik tepkiyi vermesi amacıyla bilinç düzeyine ulaşır. Yavaş ağrı ise daha geç sürede farkındalık yaratır ve daha uzun sürer.

Merkezi Sinir Sisteminde Ağrının İletimi

Afferent ağrı lifleri, ör. bir spinal sinirin radix posterior'ları ile medulla spinalis'e girer ve predominant olarak cornu posterius'un superfisyal tabakalarında sonlanır. Esas eksitator nörotransmitter, A delta ve C lifleri tarafından salınan aminoasit glutamat'tır. Bir nöropeptid olan Substans P de C liflerinden salgılanır. Glutamat, hızlı etkili lokalize nörotransmitter olmasına karşın; Substans P, cornu posterius'ta yavaş salınır, geniş olarak yayılır ve birçok nöronu etkileyebilir.

Başlangıçta keskin, batıcı, hızlı etkili ağrı lifleri, tr. spinothalamicus lateralis'in ikinci nöronlarını uyarır. Aksonlar, hemen medulla spinalis'in karşı tarafına geçer ve thalamus'a yükselir; buradan çıkan aksonlar duysal postcentral gyrus'a ulaşır. Yakıcı, yavaş etkili lifler de cornu posterius'taki tr. spinothalamicus lateralis'in ikinci nöronlarını uyarır ve hızlı etkili ağrı lifleriyle yükselir. Şu anda kabul edilen görüşe göre, spinal korda gelen yavaş liflerin çoğu, omurilikte yükselmeden önce, cornu posterius'un birçok nöronunu etkilemek üzere ek sinapslar yapar. Ciddi yaralanmada, arka boynuzdaki C lifleri boyunca gelen tekrarlayıcı zararlı uyaranlar ikinci nöronların artan yanıtıyla sonuçlanır. Bu "winding up" fenomeni, C liflerinden salınan nörotransmitter glutamat'ın salınmasına atfedilir

Ağrının hızlı tipi tam lokalizedir. Örneğin, eğer bir çekiçle başparmağa bir darbe vurulursa, gerçekleşen yaralanmanın yeri şüphesiz bellidir. Ağrının yavaş tipi belirgin derecede lokalize değildir/zayıf lokalizedir. Örneğin kalça ekleminde osteoartriti olan bir hastada, kişi kalça bölgesindeki ağrıyı sadece belli belirsiz lokalize edebilir ve hastalığın spesifik yerini tespit edemez. Bu durum, doğrudan tr. spinothalamicus lateralis içinde direkt yükselirken, yavaş ağrı liflerinin üst merkezlere ulaşmadan önce arka boynuzda birçok nöronla sinapslaşması ile açıklanabilir.

Lateral Spinotalamik Yolun Diğer Sonlanma Yerleri

Mevcut bilgiler ışığında, hızlı ağrıya ait impulslarının direkt olarak talamusun ventral posterolateral çekirdeğine ulaştığı ve buradan cortex cerebri'ye yönlendirildiği kabul görmektedir.

Tractus spinothalamicus lateralis'teki yavaş ağrıya ait liflerin büyük çoğunluğu, tüm sinir sisteminin aktivasyonunu sağlayan formatio reticularis'te sonlanır. Kişi kronik, zonklayıcı ve ıstırap verici tarzdaki ağrıdan, beynin daha alt merkezlerinde haberdar olur.

Pozitron emisyon tomografisinin kullanılması ile gerçekleştirilmiş bir çalışmada, nosiseptör bilginin algılanmasından ve işleme koyulmasından, gyrus postcentralis'in, limbik sisteme ait olan gyrus cinguli ve gyrus insularis'in sorumlu olduğu gösterilmiştir. Gyrus postcentralis, mevcut ağrının geçmiş tecrübelerle karşılıklı işlemden geçirildiği merkezdir. Gyrus cinguli ağrının duygudurum yönü ile ilişkili işlemleri gerçekleştirirken, gyrus insularis ise iç organlardan gelen ağrı duyusunu işler ve otonomik cevapların oluşmasında rol oynar.

Ağrı duyusunun merkezi sinir sistemi tarafından algılanması, medulla spinalis'in cornu posterius'unda ve daha yukarıdaki merkezlerde kontrol edilebilir.

Merkezi Sinir Sisteminde Ağrı Kontrolü

Kapı Kontrol Teorisi

Vücuttaki ağrılı bölgelerin masajının ve ovulmasının ağrı hissini azaltabilir. Çin'de binlerce yıl önce keşfedilen akupunktur tekniği de ağrıyı dindirmede etkilidir. Derinin düşük frekanslı elektrikle stimülasyonu (uyarılması) da bazı olgularda ağrıyı dindirdiği rapor edilmiştir. Bu olayların mekanizmasının tam olarak anlaşılmamasına karşın, birkaç yıl önce kapı kontrol teorisi ortaya atılmıştır. Bu teoriye göre, basınç ve ağrısız dokunma bilgilerini taşıyan kalın, miyelinli afferent liflerin uyardığı ara nöronlar, ağrı lifini medulla spinalis'e girdiği yerde inhibe ederler. Örneğin masajla sağlanan aşırı taktil uyarı, ağrının "giriş kapısını" kapatır. Bununla beraber ağrısız taktil stimulasyon sona erdiğinde "giriş kapısı açılır" ve ağrılı uyarı tractus spinothalamicus lateralis'le üst merkezlere taşınır. Kapı teorisi, olayı kısmen açıklamakla beraber, analjezi sisteminde muhtemelen, columna posterior'da endorfinler ve enkefalinlerin salınması da etkilidir.

Analjezi Sistemi

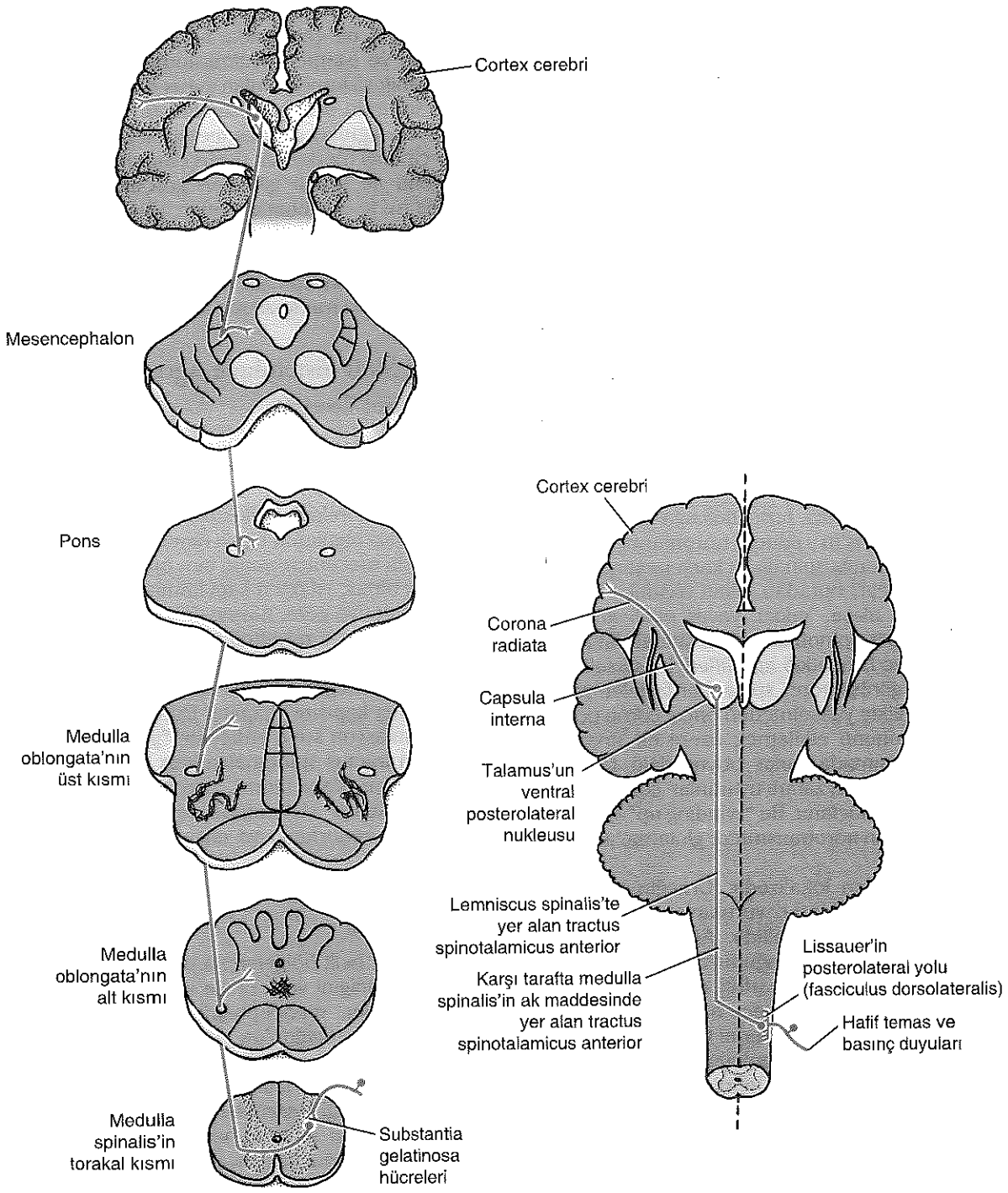
Beyin sapının belli bölgelerinin uyarılması, ağrı duyusunun azaltılabildiğini veya bloke edilebildiğini göstermiştir. Bu bölgeler, diencephalon'un area periventriculars'ini, mesencephalon'un substantia grisea periaquaductalisi'ni ve beyin sapının orta hat çekirdeklerini içerir. Retikulospinal yolun liflerinin, columna posterior'daki ağrı duyusu ile ilgili nöronlarla sinaps yaptığına inanılmaktadır. Analjezi sistemi, hem keskin batıcı, hem de yanıcı ağrı duyularını baskılıyabilir.

Son yıllarda, merkezi sinir sisteminde morfin benzeri etkilere sahip enkafalinler ve endorfinler olarak adlandırılan iki madde izole edilmiştir. Bu maddelerin ve serotoninin beynin analjezi sisteminde nörotransmitter olarak işlev gördükleri ve columna posterior'da substans P'nin salınımını inhibe edebilecekleri ileri sürülmektedir.

Hafif (Kaba) Dokunma ve Basınç Yolları

Tractus Spinothalamicus Anterior

Ganglion spinale'den omuriliğe giren aksonlar columna posterior'un tepesine doğru uzanırlar ve inen-çıkan dal-



Şekil 4-15 Hafif dokunma ve basınç yolları.

larına ayrılırlar (Şek. 4-15). Bu dallar medulla spinalis'in bir veya iki segmentinde seyreden tractus dorsolateralis (Lissauer traktusu)'i oluştururlar. Birinci nöronun bu liflerinin, columna posterior'daki substantia gelatinosa nöronları ile sinaps yaptığı kabul edilir (Şek. 4-15).

İkinci nöronların aksonları **birçok medulla spinalis segmentinde oblik olarak commissura alba ve grisea anterior'undan çaprazlaşarak** karşı taraf funiculus anterior'unda tr. spinothalamicus anterior olarak yükselir (Şek. 4-15). Tractus spinothalamicus anterior, medulla spinalis'te yükselirken yolun medial tarafı yeni lifler kazanır; böylece servikal segmentlerde kazanılan lifler traktu-

sun en medialinde, sakral segmentlerden gelen lifler en lateralde yer alır.

Tractus spinothalamicus anterior, medulla oblongata boyunca yükselirken tractus spinothalamicus lateralis ve tractus spinotectalis'e eşlik eder; bu üç yol berabere **lemniscus spinalis**'i oluştururlar (Şek. 4-15).

Lemniscus spinalis, pons'un arka bölümü ve mesencephalon'un tegmentum'u boyunca yükselmeye devam eder. Tractus spinothalamicus anterior'un lifleri talamusun ventral posterolateral çekirdeğindeki 3. nöron'lar ile sinaps yaparak sonlanır (Şek. 4-15). Dokunma ve basıncın kaba algılanmasının burada sağlandığı kabul edilir.

Talamusun nucleus ventralis posterolateralis'indeki üçüncü nöronların aksonları, **capsula interna**'nın crus posterius'u boyunca geçerler (Şek. 4-15) ve **corona radiata** şeklinde cortex cerebri'nin gyrus postcentralis'indeki somestetik bölgeye (temel duyu merkezi) ulaşırlar. Vücudun karşı taraf yarısı daha önce tanımlandığı gibi el ve ağız aşağıda olacak şekilde ters olarak temsil edilir (Ayrıntılı bilgi için Bkz. s. 291). Dokunma ve basıncın bilinç düzeyine erişmesi serebral korteksin aktivitesine dayanır. Duyuların, sadece kabaca lokalize edilebileceği ve basıncın diskriminasyonunun çok zor olduğu vurgulanmalıdır.

Diskriminatif Dokunma, Vibrasyon Duyusu ve Bilinçli Kas-Eklem Duyusu

Funiculus Posterior: Fasciculus Gracilis ve Fasciculus Cuneatus

Ganglion spinale'den medulla spinalis'e giren aksonlar doğrudan aynı taraf funiculus posterior'una katılırlar (Şek. 4-16). Burada lifler, uzun çıkan ve kısa inen dallarına ayrılırlar. İnen dallar, cornu posterius, cornu anterius ve internunsial (ara) nöronlar ile sinaps yapan kollateral dallar vererek, değişken sayıda segmentte aşağıya doğru uzanırlar (Şek. 4-16). Bu kısa inen liflerin intersegmental reflekslerle ilgili olduğu bilinmektedir.

Çıkan uzun liflerin bir kısmı da cornu posterius, cornu anterius ve internunsial nöronlar ile sinaps yaparak sonlanabilir. Bu dağılım medulla spinalis'in çok sayıda segmentinde gerçekleşebilir (Şek. 4-16). Kısa inen dalların olduğu gibi, uzun çıkan dallar da intersegmental reflekslerle ilgilidir.

Uzun çıkan liflerin çoğu, funiculus posterior'da **fasciculus gracilis** ve **fasciculus cuneatus** olarak yukarıya doğru uzanırlar (Şek. 4-16). Fasciculus gracilis, medulla spinalis'in tümü boyunca bulunur ve sakral, lumbal, alt torakal spinal sinirlerin uzun çıkan liflerinden oluşur. Fasciculus cuneatus, medulla spinalis'in üst torakal ve servikal segmentlerinde fasciculus gracilis'in dışyanında yer alır. Fasciculus gracilis'ten bir bölme ile ayrılır. Fasciculus cuneatus, üst 6 torakal ve tüm servikal spinal sinirlerin uzun çıkan liflerini içerir.

Fasciculus gracilis ve fasciculus cuneatus'un lifleri **ipsilateral** (aynı tarafta) olarak yükselip, medulla oblongata'nın **nucleus gracilis** ve **nucleus cunetus**'undaki ikinci nöronlar ile sinaps yaparak sonlanır (Şek. 4-16). İkinci nöronların aksonları **fibrae arcutae internae** adı altında, merkezi gri maddenin etrafında anteromediale doğru yönelerek **orta hattı çaprazlarlar**; iki tarafın ilgili liflerinin bu çaprazı decussatio lemniscorum medialium **(decussatio sensoria)** olarak adlandırılır. Bu lifler daha sonra tek bir kitle halinde **(lemniscus medialis)** medulla oblongata, pons ve mesencephalon boyunca yükselir (Şek. 4-16). Lemniscus medialis lifleri talamusun nucleus ventralis posterolateralis'indeki üçüncü nöronlar ile sinaps yaparak sonlanırlar.

Üçüncü nöronların aksonları, **capsula interna**'nın crus posterius'u ve **corona radiata**'dan geçerek cortex cerebri'nin gyrus postcentralis'indeki somestetik alana ulaşırlar (Şek. 4-16). Burada vücudun karşı taraf yarısı, daha önce tanımlandığı gibi el ve ağız aşağıda olacak şekilde ters olarak temsil edilir (Ayrıntı için bkz. s. 291). Bu yollar sayesinde, dokunma duyusunun derecelerinin lokalizasyonunun ve iki nokta diskriminasyonu (iki nokta ayrımı) anlaşılabilir. Ayrıca vibrasyon duyusu ve vücudun farklı bölümlerinin pozisyonu bilinçli bir şekilde tanınabilir.

Servikal ve üst torakal segmentlerden kaynak alan fasciculus cuneatus'taki liflerin bir bölümü nucleus cuneatus accessorius'taki ikinci nöronlar ile sinaps yapıp sonlanmasına karşın, ikinci nöronların aksonları aynı taraf pedunculus cerebellaris inferior'dan geçerek cerebellum'a ulaşırlar (Şek. 4-16). Cerebellum'a giden bu lifler **fibrae arcuatae externae posteriores**, yol ise **tractus cuneocerebellaris** olarak adlandırılır. Bu liflerin işlevi cerebellum'a kas-eklem duyusu impulslarını taşımaktır.

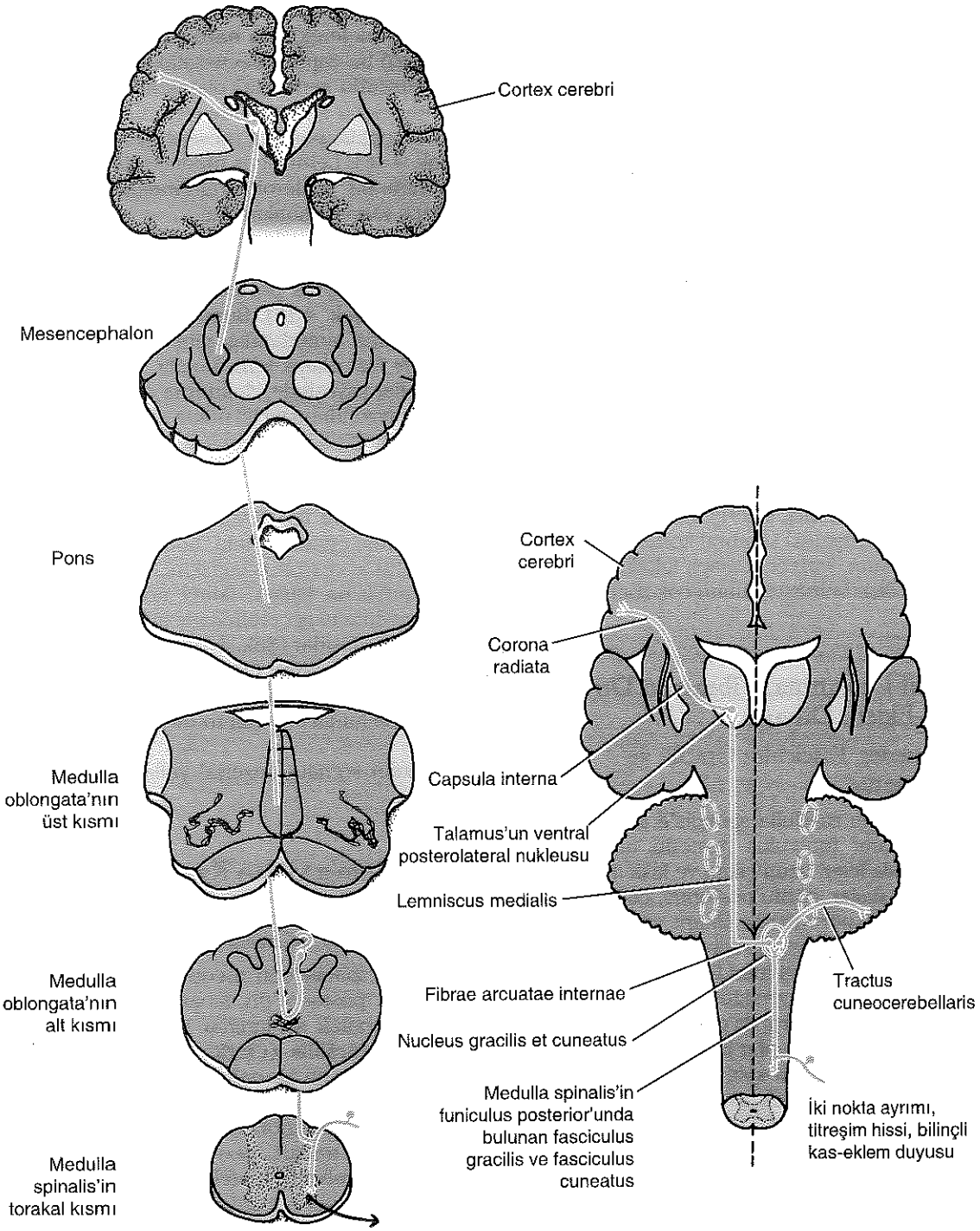
Temel somatosensorial yollar Tablo 4-2'de özetlenmiştir.

Serebellum'a Giden Kas- Eklem Duyusu

Tractus Spinocerebellaris Posterior

Ganglion spinale'den medulla spinalis'e giren aksonlar columna posterior'un tabanındaki ikinci nöronlar ile sinaps yaparak sonlanırlar (4-17). Bu nöronlar topluca **nucleus dorsalis (Clarke sütunu)** olarak adlandırılır. İkinci nöronların aksonları **aynı tarafta** funiculus lateralis'in posterolateral bölümüne geçerler, ve tractus spinocerebellaris posterior olarak medulla ablongata'ya çıkarlar. Burada; traktus, pedunculus cerebellaris inferior'a katılır ve serebellar kortekste sonlanır (Şek 4-17). Yolun serebral kortekse çıkmadığına dikkat ediniz. Nucleus thoracicus (Clarke sütunu) sadece C8'den L3 veya L4 segmentlere kadar uzandığından, aksonlar alt lumbal ve sakral segmentlerin arka köklerinden medulla spinalis'e girerek L3 veya L4 segmentlere kadar funiculus posterior'da yükselirler; bu düzeyde nucleus thoracicus'a girerler.

Tractus spinocerebellaris posterior, gövde ve alt ekstremitenin eklem reseptörleri, tendon organları ve kas iğciklerinden eklem ve kaslar hakkında bilgiler alır. Eklem-kas hareketleri ve tendonların gerilmesi ile ilgili olan bu bilgiler, postürün korunması ve eklem hareketlerinin koordinasyonu için cerebellum tarafından kullanılır.



Şekil 4-16 İki nokta ayrımı, titreşim hissi ve bilinçli kas-eklem duyusu yolları.

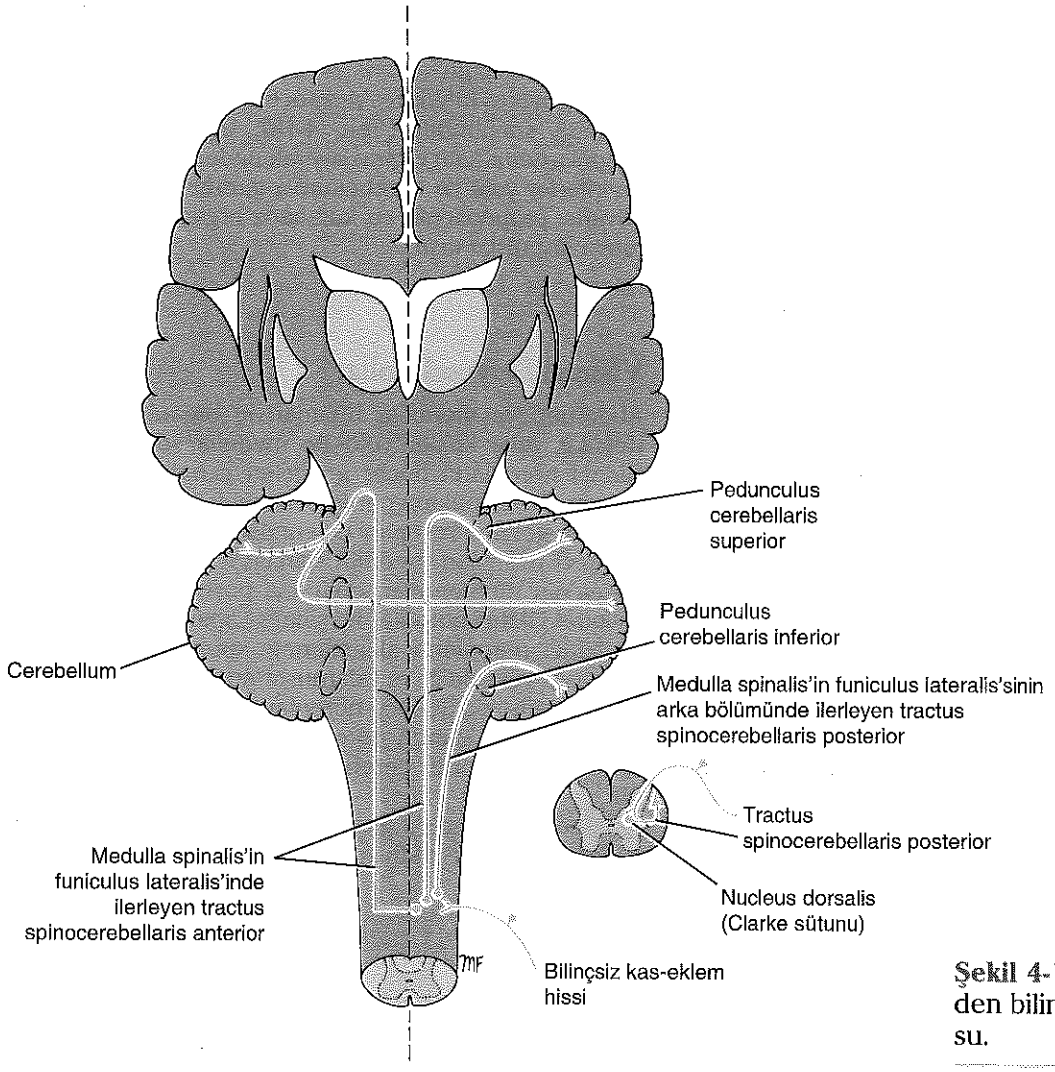
Tractus Spinocerebellaris Anterior

Ganglion spinale'den çıkan axon'lar medulla spinalis'e girerek **nucleus thoracicus** (Clarke sütunu)'daki ikinci nöronlar ile sinaps yaparak sonlanır (Şek. 4-17). İkinci nöronların aksonlarının büyük bölümü **çaprazlaşarak** karşı taraf funiculus lateralis'inde tractus spinocerebellaris anterior olarak; az bir bölümü ise **aynı taraf** funiculus lateralis'inde tractus spinocerebellaris anterior olarak yükselir (Şek. 4-17). Lifler, medulla oblongata ve pons boyunca yükselerek pedunculus cerebellaris superior yolu ile cerebellum'a girer ve cortex cerebelli'de sonlanır. Medulla spinalis'te çaprazlaşarak karşı tarafa geçen liflerin cerebellum'da **tekrar çaprazlaştıklarına** inanılmaktadır (Şek. 4-17). Tractus spinocerebellaris anterior, gövde, üst ve alt ekstremitelerden kas iğcikleri, tendon organları ve eklem reseptörlerinden kas-eklem bilgileri

Tablo 4-2 Bilinçli Temel Somatosensorial Yollar[a]

Duyu	Reseptör	Birinci Nöron	İkinci Nöron	Üçüncü Nöron	Yollar	Sonlanma Yeri
Ağrı ve ısı	Serbest sinir sonlanmaları	Ganglion spinale	Substantia gelatinosa	Talamus'un nucleus ventralis posterolateralis'i	Tractus spinothalamicus lateralis, lemniscus spinalis	Gyrus postcentralis
Hafif dokunma ve basınç	Serbest sinir sonlanmaları	Ganglion spinale	Substantia gelatinosa	Talamus'un nucleus ventralis posterolateralis'i	Tractus spinothalamicus anterior, lemniscus spinalis	Gyrus postcentralis
İki nokta ayrımı, vibrasyon duyusu, bilinçli kas-eklem duyusu	Meissner cisimcikleri, Paccini cisimcikleri, kas iğcikleri, tendon organları	Ganglion spinale	Nucleus gracilis, nucleus cuneatus	Talamus'un nucleus ventralis posterolateralis'i	Fasciculus gracilis, Fasciculus cuneatus, lemniscus medialis	Gyrus postcentralis

[a]Tüm çıkan yolların retiküler aktive edici sisteme lifler gönderdiğine dikkat ediniz.



Şekil 4-17 Cerebellum'a giden bilinçsiz kas-eklem duyusu.

Tablo 4-3 Cerebellum'a Giden Kas-Eklem Yolları

Duyu	Reseptör	Birinci Nöron	İkinci Nöron	Yollar	Sonlanma Yeri
Bilinçsiz kas-eklem duyusu	Kas iğcikleri, tendon organları, eklem reseptörleri	Ganglion spinale	Nucleus dorsalis	Tractus spinocerebellaris anterior et posterior	Cortex cerebelli

taşır. Ayrıca, cerebellumun, bu yolla yüzeyel fasya ve deriden veriler aldığına da inanılmaktadır.

Serebellum'a ulaşan kas-eklem duyusu yolları Tablo 4-3'de özetlenmiştir.

Tractus Cuneocerebellaris

Bu lifler daha önce sayfa 149'de açıklanmıştı. Lifler nucleus cuneatus'tan başlayarak **aynı taraf** pedunculus cerebellaris inferior yolu ile cerebellum'a ulaşır (Şek 4-16). **Fibrae arcuatae externae posteriores** olarak adlandırılan bu liflerin işlevi cerebellum'a kas-eklem duyusu taşımaktır.

Diğer Çıkan Yollar

Tractus Spinotectalis

Ganglion spinale'deki nöronların aksonları medulla spinalis'e girerek substantia grisea'ya ulaşır ve bilinmeyen ikinci nöronlar ile sinaps yaparlar (Şek 4-18). İkinci nöronların aksonları **orta hattı çaprazlarlar** ve funiculus lateralis'te tractus spinotectalis içinde tr. spinothalamicus lateralis'e komşu olarak yükselirler. Medulla oblongata ve pons'u geçen lifler mesencephalon'un colliculus superior'undaki nöronlarla sinaps yaparak sonlanır (Şek. 4-18). Bu yol spinovizüal refleksler için afferent bilgiler getirir ve baş ve gözlerin uyaran kaynağına doğru yönelmesine neden olur.

Tractus Spinoreticularis

Ganglion spinale'deki nöronların aksonları medulla spinalis'e girer ve substantia grisea'da bilinmeyen ikinci nöronlar ile sinaps yaparlar (Şek. 4-18). İkinci nöronların aksonları omuriliğin funiculus lateralis'inde tractus spinothalamicus lateralis ile karışmış şekilde tractus spinotectalis olarak yükselir. Liflerinin çoğunluğu **çaprazlaşmaz** ve medulla oblongata, pons ve mesencephalon'daki retiküler formasyon nöronları ile sinaps yaparak sonlanırlar (Şek. 4-18). Tractus spinoreticularis, bilinçlilik düzeyimizin etkilenmesinde önemli rol oynayan retiküler formasyon için afferent yol oluşturur (Ayrıntılı bilgi için bkz. s. 297).

Tractus Spino-olivaris

Ganglion spinale'deki nöronların aksonları medulla spinalis'e girer ve substantia grisea'da bilinmeyen ikinci nöronlar ile sinaps yapar (Şek 4-18). İkinci nöronların aksonları **orta hattı çaprazlayarak** funiculus anterior ve lateralis birleşiminde tractus spino-olivaris olarak yükselir. Tractus spino-olivaris lifleri medulla oblongata'da nuclei olivares inferiores'deki üçüncü nöronlar ile sinaps yaparak sonlanırlar (Şek. 4-18). Üçüncü nöronların aksonları orta hattı çaprazlayarak pedunculus cerebellaris inferior yolu ile cerebellum'a girerler. Tractus spino-olivaris, proprioseptif ve kutaneoz organlardan cerebelum'a impulslar taşır.

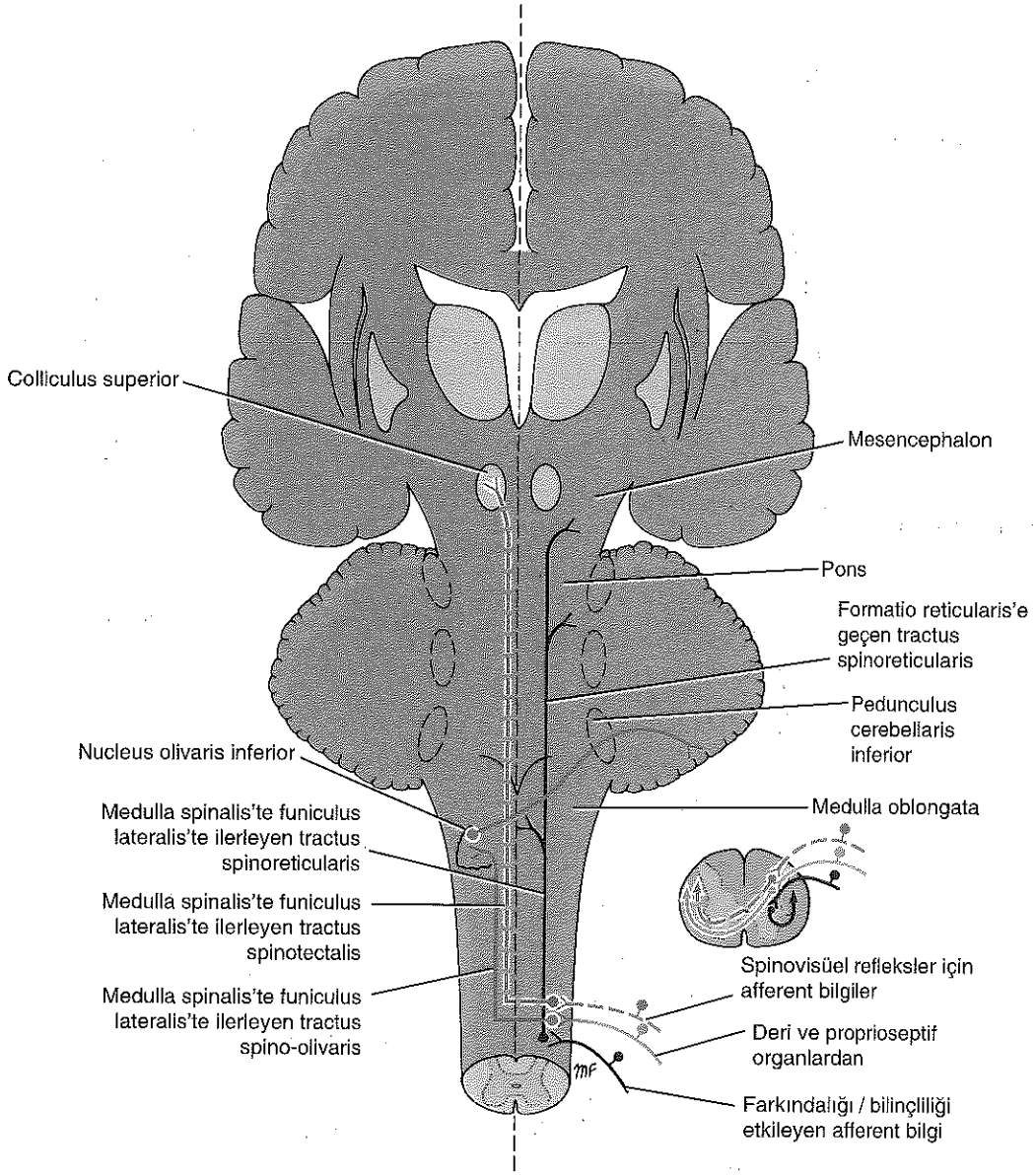
Visseral Duyusal Yollar

Abdomen ve thorax'ta bulunan iç organlardan çıkan duyular, arka kökler yolu ile medulla spinalis'e girer. Birinci nöronların hücre gövdeleri ganglion spinale'de yer alır. Bu nöronların periferik uzantıları, iç organlardaki ağrı[4] ve gerilme reseptör uçlarından sinir impulsları alır. Merkezi uzantıları medulla spinalis'e girerek substantia grisea'nın muhtemelen columna posterior veya lateralis'indeki ikinci nöronlar ile sinaps yapar.

İkinci nöronların aksonlarının spinotalamik yollarla kaynaşıp yükseldiği ve talamusta nucleus ventralis posterolateralis'teki üçüncü nöronlar ile sinaps yaptığı düşünülmektedir. Üçüncü nöronların aksonlarının sonlanışı muhtemelen cortex cerebri'nin gyrus postcentralis'indedir.

Medulla spinalis'e giren visseral afferent liflerin çoğu dallanır ve refleks aktivitelere katılır.

[4]İskemi, kimyasal hasarlanma, düz kaslarda spazm ve gerilme visseral ağrının nedenlerindendir.



Şekil 4-18 Tractus spinotectalis, tractus spinoreticularis ve tractus spinoolivaris.

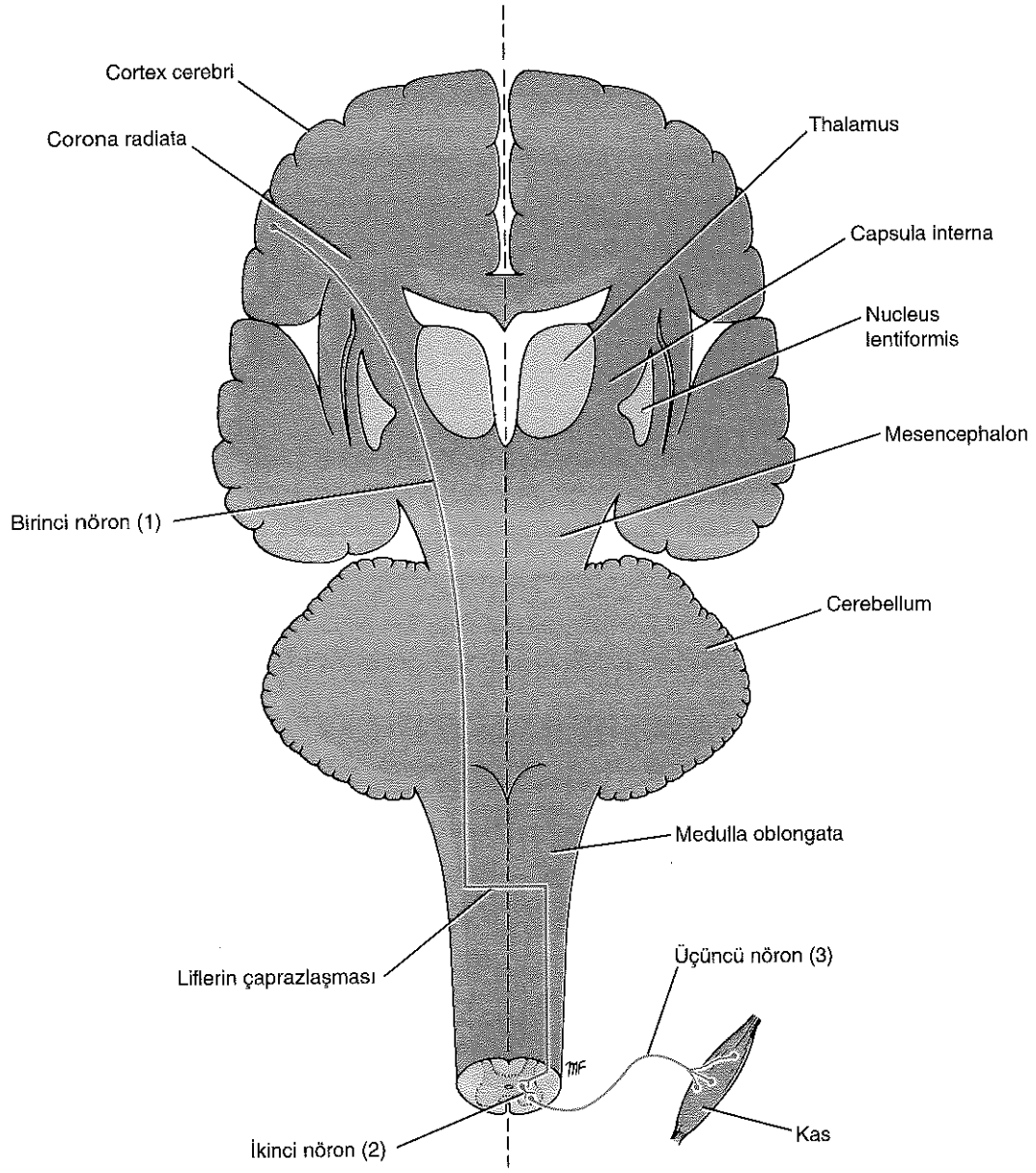
Omuriliğin İnen Yolları

Medulla spinalis'in columna anterior'larında yer alan motor nöronlar, spinal sinirlerin ön kökleri içinde iskelet kaslarını innerve etmek üzere aksonlar göndermektedir. Bu motor nöronlar bazen **alt motor nöronlar** olarak anılır ve kaslara giden son ortak yolu oluşturur (Şek. 4-19).

Alt motor nöronlar, sürekli olarak, arka köklerden giren duysal lifler de dahil olmak üzere, medulla, pons, mesencephalon ve serebral korteksten inen sinir impulsları tarafından bombardımana tutulmaktadır. Beyaz cevherdeki farklı supraspinal sinir merkezlerinden inen sinir lifleri, inen yollar olarak adlandırılan sinir demetlerine ayrılmaktadır. Bu supraspinal nöronlar ve onların demetleri bazen **üst motor nöronlar** olarak adlandırılmaktadır ve motor aktiviteyi etkileyebilen pekçok ayrı yolu oluştururlar.

Anatomik Yapılanma

Cortex cerebri ve diğer üst merkezlerden çıkan iskelet kas aktivitesinin kontrol impulsları, bir seri nöron tarafından sinir sistemi boyunca iletilir (Şek. 4-19). Serebral korteksten aşağı inen yol üç nörondan oluşur. **Birinci**

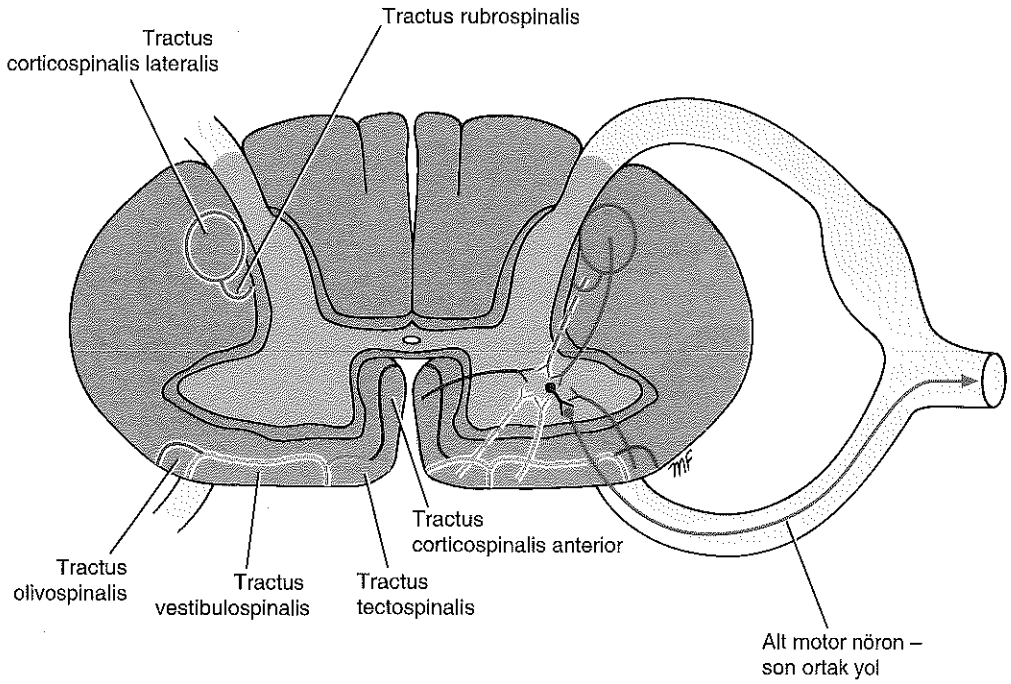


Şekil 4-19 Cortex cerebri'den iskelet kaslarına giden, inen motor yolun en basit şekli. Üç nörondan oluştuğuna dikkat ediniz.

nöron'un hücre gövdesi cortex cerebri'de yer alır. Bu nöronun aksonu, medulla spinalis'in columna anterior'unda yer alan ve bir ara nöron olan **ikinci nöronla** sinaps yapmak üzere aşağıya doğru iner (Şek. 4-19). İkinci nöronun aksonu kısa olup, columna anterior'da yer alan ve alt motor nöron olarak da adlandırılan **üçüncü nöron** ile sinaps yapar (Şek. 4-19). Üçüncü nöronun aksonu ön kök ve spinal sinir aracılığı ile iskelet kasını innerve eder. Bazı durumlarda birinci nöronun aksonu doğrudan üçüncü nöron ile sinaps yapar (refleks yayında olduğu gibi).

İnen Yolların İşlevleri

Tractus corticospinalis'ler (Şek. 4-20) özellikle ekstremitelerin distal bölümlerinin istemli, belirli ve beceri isteyen hareketleriyle ilgilidir. **Tractus reticulospinalis'ler** columna anterior'daki alfa ve gamma motor nöronların aktivitesini artırabilir veya inhibe edebilir; böylece istemli hareketi veya refleks aktiviteyi artırabilir veya inhibe edebilir. **Tractus tectospinalis** (Şek. 4-20) vizual uyarıla-



Şekil 4-20 İnen motor yolların sonlanışlarının gösterildiği, medulla spinalis'in transvers kesiti. Tractus olivospinalisin başlıbaşına bir yol olarak varlığı hakkında ciddi şüpheler olduğuna dikkat ediniz.

ra yanıt olarak ortaya çıkan refleks postural hareketlerle ilgilidir. Columna lateralis'teki sempatik nöronlarla ilişkili olan bu lifler, karanlığa yanıt olarak ortaya çıkan pupillodilatasyon refleksi ile ilgilidir. **Tractus rubrospinalis** (Şek. 4-20), columna anterior'daki alfa ve gamma motor nöronlar üzerinde etkili olarak fleksor kasların aktivitesini arttırır; ekstensor kasların (antigravite kasları) aktivitesini inhibe eder. **Tractus vestibulospinalis** (Şek. 4-20), columna anterior'daki motor nöronları etkileyerek, denge ile ilgili postural aktivitede rol oynar ve ekstensor kasların aktivitesini arttırır; fleksor kasların aktivitesini inhibe eder. **Tractus olivospinalis** (Şek. 4-20), varlığı kesinlik kazanmamakla birlikte, muskuler aktivitede rol oynayabilen bir yoldur. **İnen otonom lifler** visseral aktivitenin kontrolü ile ilgilidir.

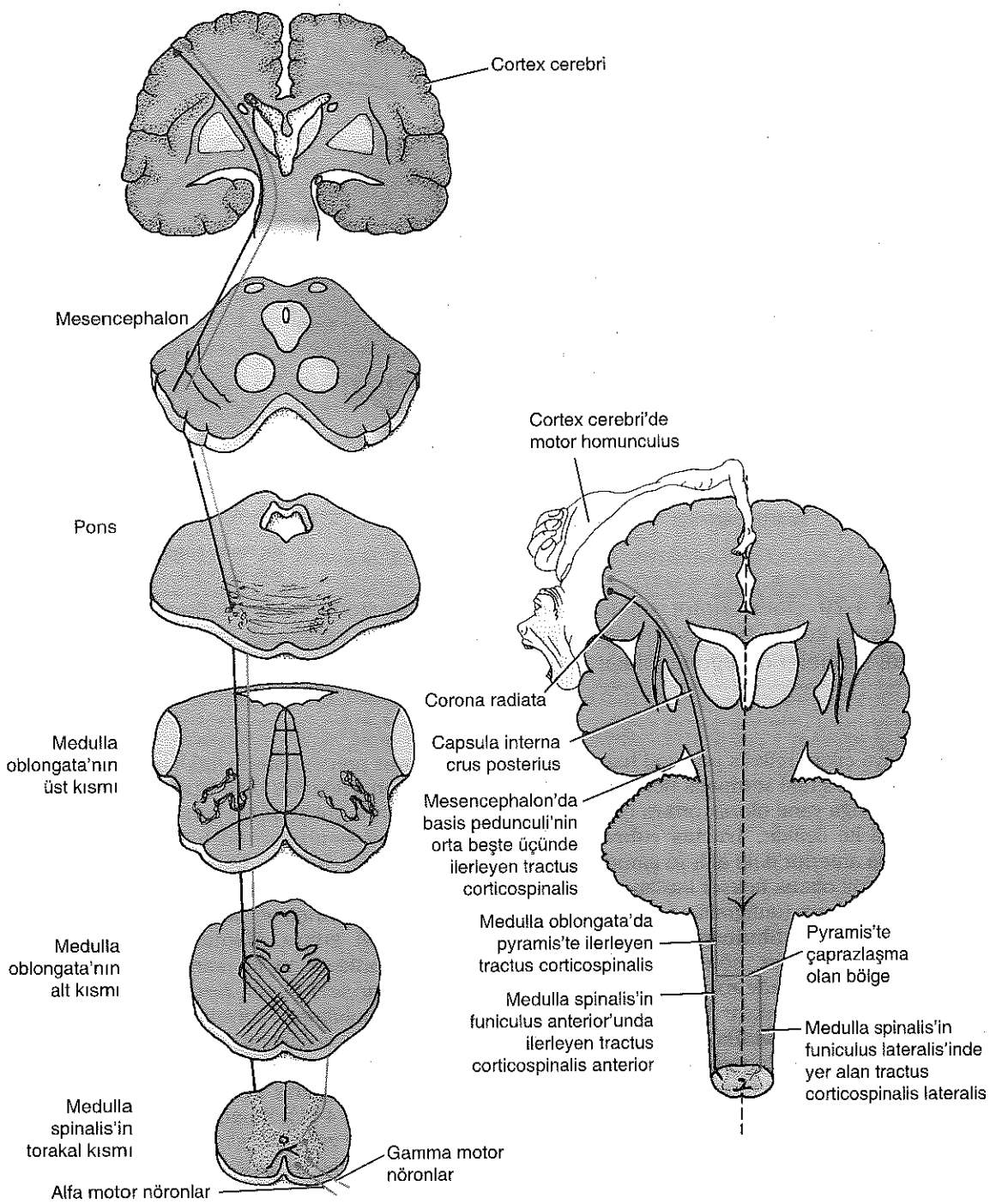
Kortikospinal Yollar

Kortikospinal yolun lifleri cortex cerebri'nin beşinci tabakasında yer alan piramidal hücrelerin aksonları olarak ortaya çıkar (Şek. 4-21). Liflerin yaklaşık üçte biri primer motor korteksten (area 4), üçte biri sekonder motor korteksten (area 6) ve üçtebiri lobus parietalis korteksinden (area 3, 1, 2) orijin alır; böylece liflerin üçte ikisi gyrus precentralis'ten, üçte biri gyrus postcentralis'ten[5] çıkmış olur. Gyrus precentralis'in farklı bölümlerinin elektrik stimülasyonu, vücudun karşı tarafının değişik bölümlerinin hareketlerine yol açar; biz korteksin bu bölgesinde vücut bölümlerini sembolize edebiliriz (motor homunculus). Şekil 4-21'de motor homunculus gösterilmiştir. Yüzün kontrol bölgesinin aşağıda, alt ekstremitenin kontrol bölgesinin ise yukarıda ve hemisferin iç yüzünde bulunduğuna dikkat ediniz. Homunkulus, kontrolü sağlayan serebral korteks alanı ile orantılı olarak vücudun değişik bölümlerinin ters olarak resmedilmesidir. Kortikospinal liflerin çoğunluğunun miyelinli, nispeten yavaş ileten ve ince lifler olması ilginçtir.

İnen lifler **corona radiata**'da bir araya gelirler ve daha sonra **capsula interna**'nın crus posterius'undan geçerler (Şek. 4-21). Burada vücudun boyun bölümü ile ilgili olan lifler genu'ya yakın, alt ekstremite ile ilgili olanlar daha arkada yer alacak şekilde konumlanmışlardır. Tractus daha sonra **mesencephalon'un basis pedunculi**'sinin orta 3/5'lik bölümünden geçerek devam eder (Şek. 4-21). Burada vücudun servikal bölümleriyle ilgili lifler iç tarafta yer alırken, alttarafla ilgili olanlar dışyanda yer alırlar.

Tractus pons'a girdiğinde, **transvers seyirli fibrae pontocerebellares** tarafından birçok demete ayrılır (Bkz. Şek. 5-19, 5-20 ve 5-22). Demetler medulla oblongata'da **pyramis** olarak bilinen şişkinliği oluşturmak üzere ön kenar boyunca toplanırlar (alternatif adlandırma olan **tractus pyramidalis**'in nedeni budur) (Bkz. Şek. 5-9). Medulla oblongata ve medulla spinalis'in birleşim yerinde, liflerin çoğu **decussatio pyramidum**'da **orta hattı çaprazlarlar** (Şek. 4-21) ve tractus corticospi-

[5]Bu lifler motor aktiviteyi kontrol etmemekte fakat sinir sistemine duyusal girdileri etkilemektedirler.



Şekil 4-21 Kortikospinal yollar.

nalis lateralis'i oluşturmak üzere medulla spinalis'in funiculus lateralis'ine girerler (Şek. 4-20). Çapraz yapmayan lifler medulla spinalis'in funiculus anterior'unda **tractus corticospinalis anterior** olarak inerler (Şek. 4-20 ve 4-21). Sonunda bu lifler **orta hattı çaprazlayarak** medulla spinalis'in servikal ve üst torakal segmentlerinde columna anterior'da sonlanırlar.

Tractus corticospinalis lateralis, medulla spinalis boyunca iner; lifleri tüm medulla spinalis segmentlerinin columna anterior'unda sonlanır.

Kortikospinal liflerin çoğu alfa motor nöronlar ve bazı gamma motor nöronlarla sinaps yapan internunsial (ara) nöronlarla sinaps yapar. Sadece en büyük kortikospinal lifler doğrudan motor nöronlarla sinaps yaparlar.

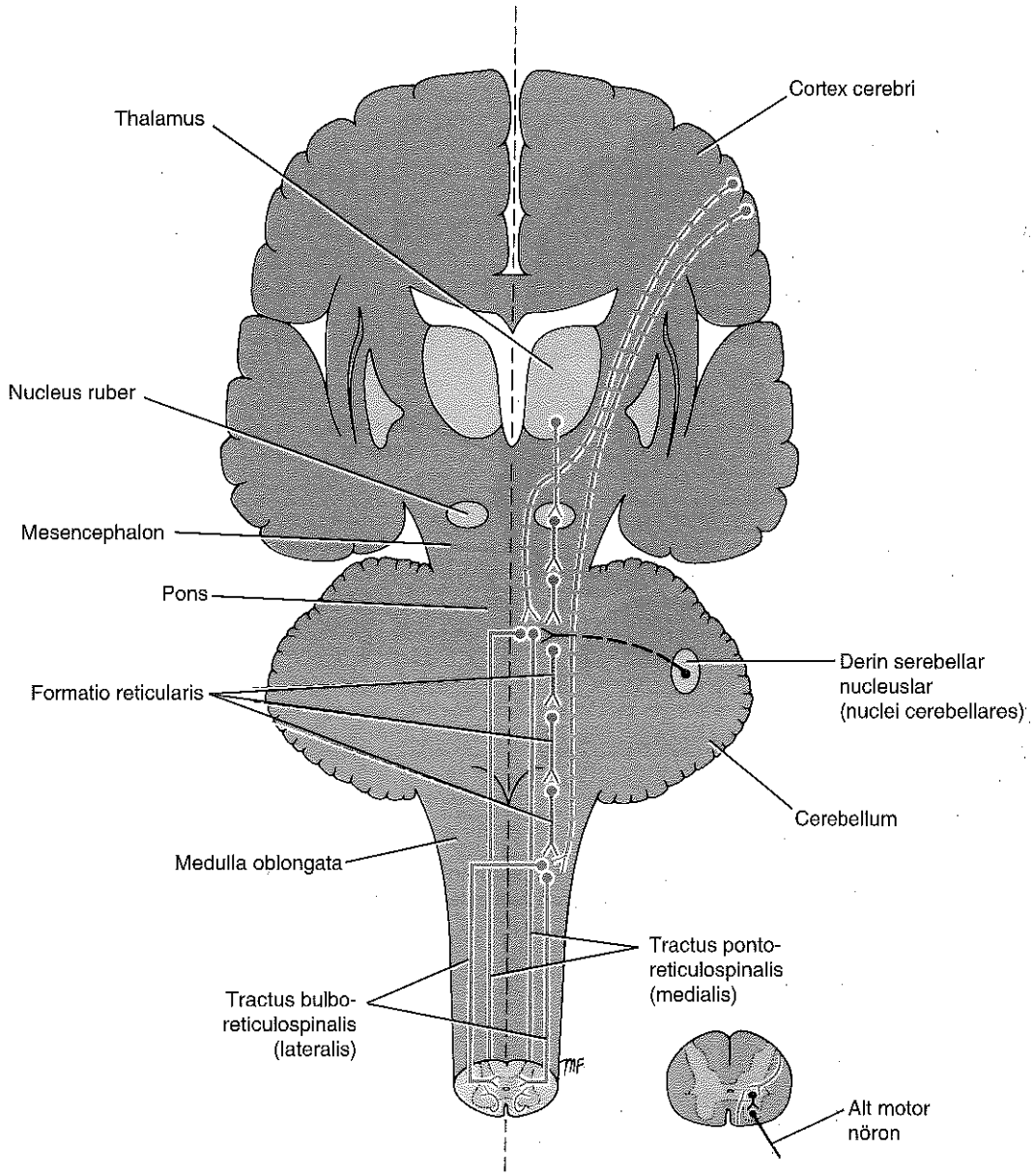
Kortikospinal yolların, sadece istemli motor hareketlerle ilgili olmadığını bilmek önemlidir. Bunlar istemli hareketlere hız ve çeviklik veren yolu oluştururlar. Bu nedenle hızlı, beceri isteyen hareketlerin sağlanmasında kullanılır. Birçok basit ve temel istemli hareketlere diğer inen yolların aracılık ettiği sanılmaktadır.

Tractus Corticospinalis'in Dalları

1. Kortikospinal yolların inişi esnasında, erken ayrılan dallar komşu bölgelerindeki aktiviteyi inhibe etmek üzere cortex cerebri'ye dönerler.
2. Nucleus caudatus, nucleus lentiformis, nucleus ruber, nuclei olivares ve formatio reticularis'e giden dallar. Bu dallar, subkortikal bölgelere kortikal motor aktivite hakkında bilgi taşırlar. Bir kere uyarılan subkortikal bölgeler tepki gösterebilir ve diğer inen yollar aracılığı ile alfa ve gamma motor nöronlara impuls gönderir.

Tractus Reticulospinalis Medialis ve Lateralis

Mesencephalon, pons ve medulla oblongata boyunca yer alan dağınık sinir hücreleri ve sinir lifi grupları toplu-ca **formatio reticularis** olarak bilinir. Pons'tan çıkan nöronların aksonları, çoğunluğu **çapraz yapmadan** medulla spinalis'te aşağı inerek tractus pontoreticulospinalis'i oluştururlar (Şek. 4-22). Medulla oblongata'daki



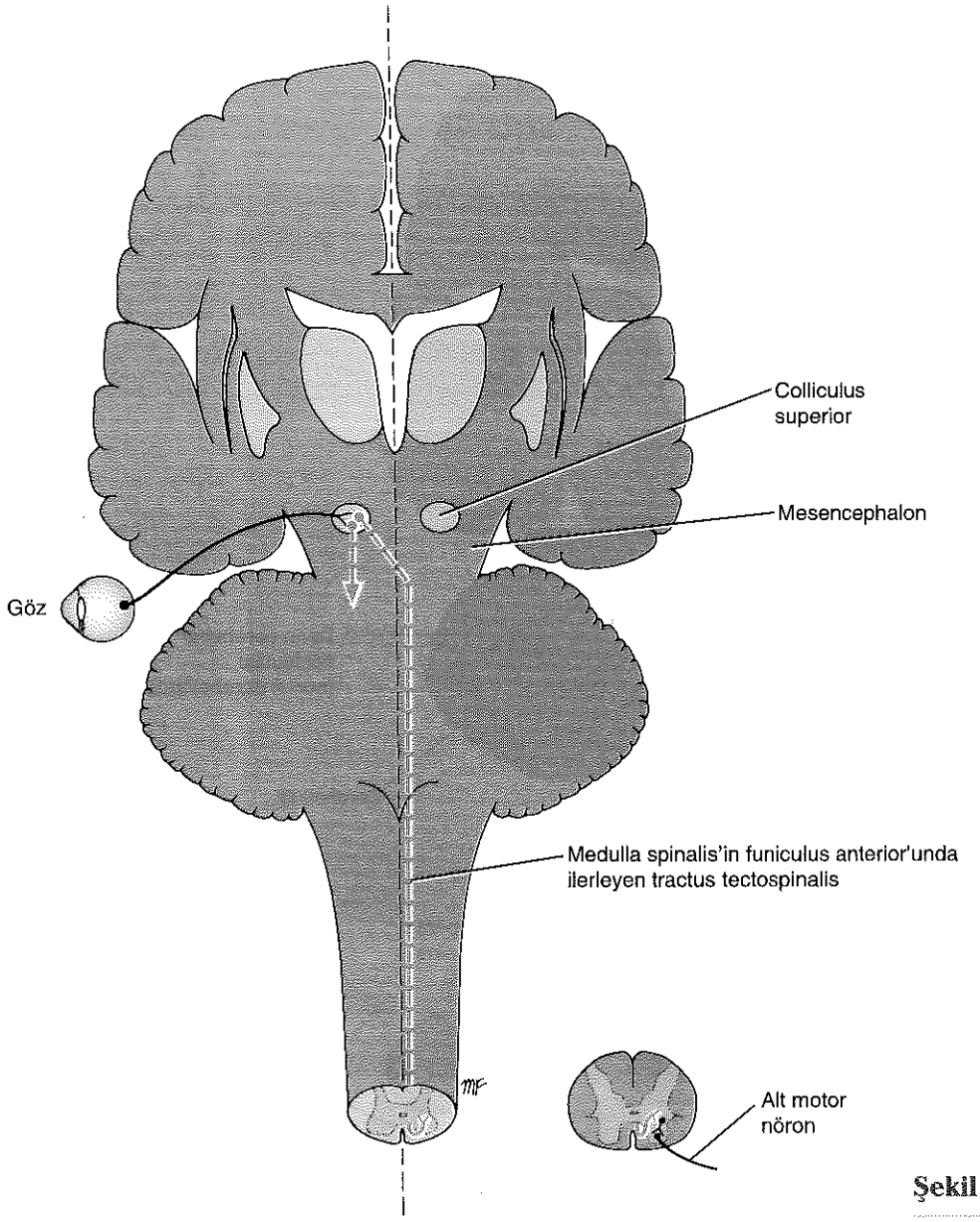
Şekil 4-22 Tractus reticulospinalis medialis ve lateralis.

benzer nöronlar'dan çıkan aksonların bir kısmı çapraz yaparak bir kısmı çapraz yapmayarak medulla spinalis'e inerler ve **tractus bulboreticulospinalis**'i oluştururlar.

Pons'tan çıkan retikulospinal lifler (fibrae reticulospinales) medulla spinalis'in funiculus anterior'unda, medulla oblongata'dan çıkanlar ise funiculus lateralis'te aşağı doğru inerler (Şek. 4-22). İki grup retikulospinal lif demeti medulla spinalis'in columna anterior'una girerler; burada alfa ve gamma motor nöronların aktivitesini uyarırlar veya inhibe ederler. Bu yolla retikulospinal lifler istemli hareketleri ve refleks aktiviteyi etkilerler. Retikulospinal yolların, şu anda, ayrıca inen otonom lifleri de içerdiği düşünülmektedir. Retikulospinal traktuslar böylece, hipotalamusa sempatik çıkışı ve sakral parasempatik çıkışı kontrol edebilmesi için de bir yol oluştururlar.

Tractus Tectospinalis

Bu yolun lifleri mesencephalon'un **colliculus superior**'undaki sinir hücrelerinden çıkar (Şek. 4-23). Liflerin çoğu, başlangıçtan hemen sonra orta hattı **çaprazlayarak** beyin sapı boyunca **fasciculus longitudinalis medialis**'e komşu olarak aşağı doğru iner. Tractus tectospinalis, medulla spinalis'in funiculus anterior'unda fissura mediana anterior'a komşu olarak aşağı iner (Şek. 4-20 ve 4-23). Liflerin çoğunluğu, medulla spinalis'in üst servikal bölümündeki columna anterior'un internunsial (ara) nöronları ile sinaps yaparak sonlanırlar. Bu liflerin visual (görme) stimuluslara yanıt olarak ortaya çıkan refleks postural hareketlerle ilgili olduğuna inanılır.



Şekil 4-23 Tractus tectospinalis.

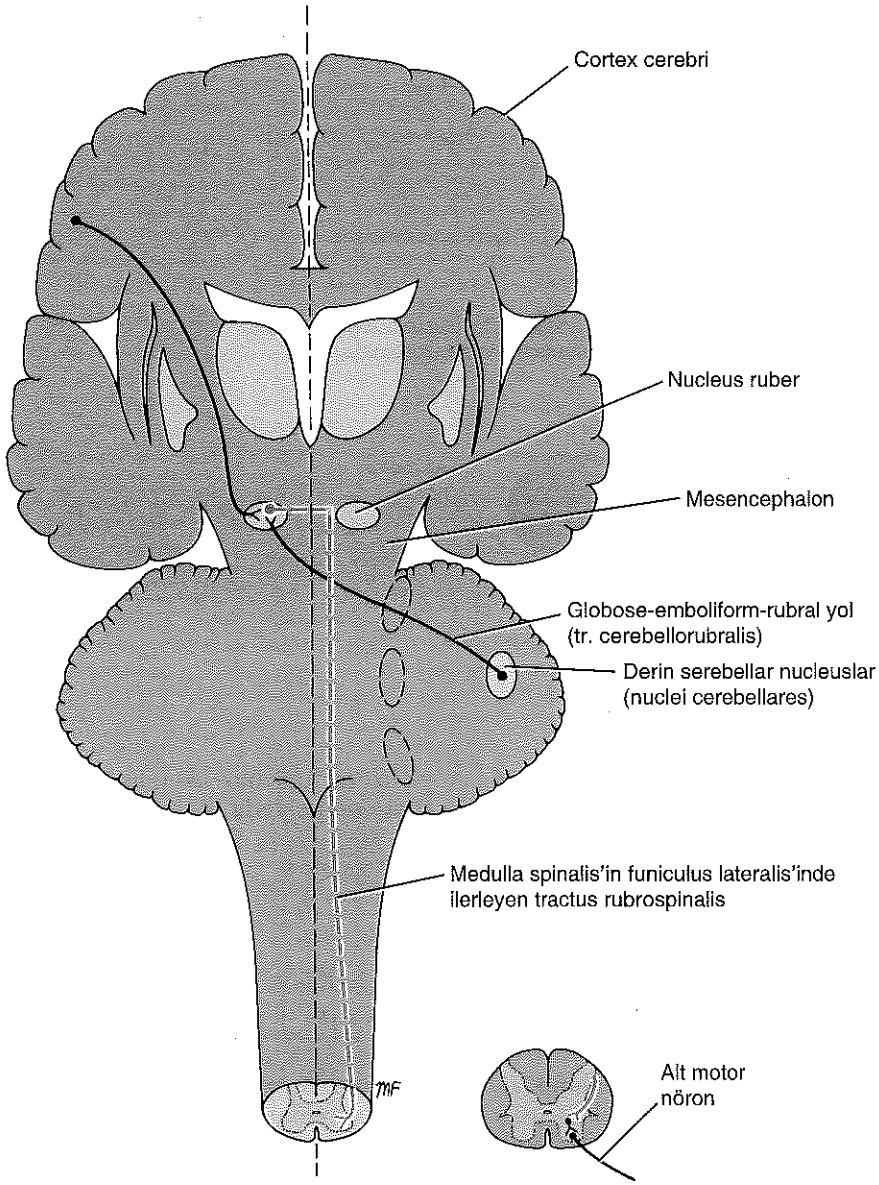
Tractus Rubrospinalis

Nucleus ruber, colliculus superior düzeyinde mesencephalon tegmentum'unda yer alır (Şek. 4-24). Bu çekirdekteki nöronların aksonları, çekirdek düzeyinde çapraz yaptıktan sonra tractus rubrospinalis olarak pons ve medulla oblongata'yı geçip medulla spinalis'in funiculus lateralis'ine girerler (Şek. 4-20 ve 4-24). Lifler, medulla spinalis'in columna anterior'undaki ara nöronlarla sinaps yaparak sonlanırlar.

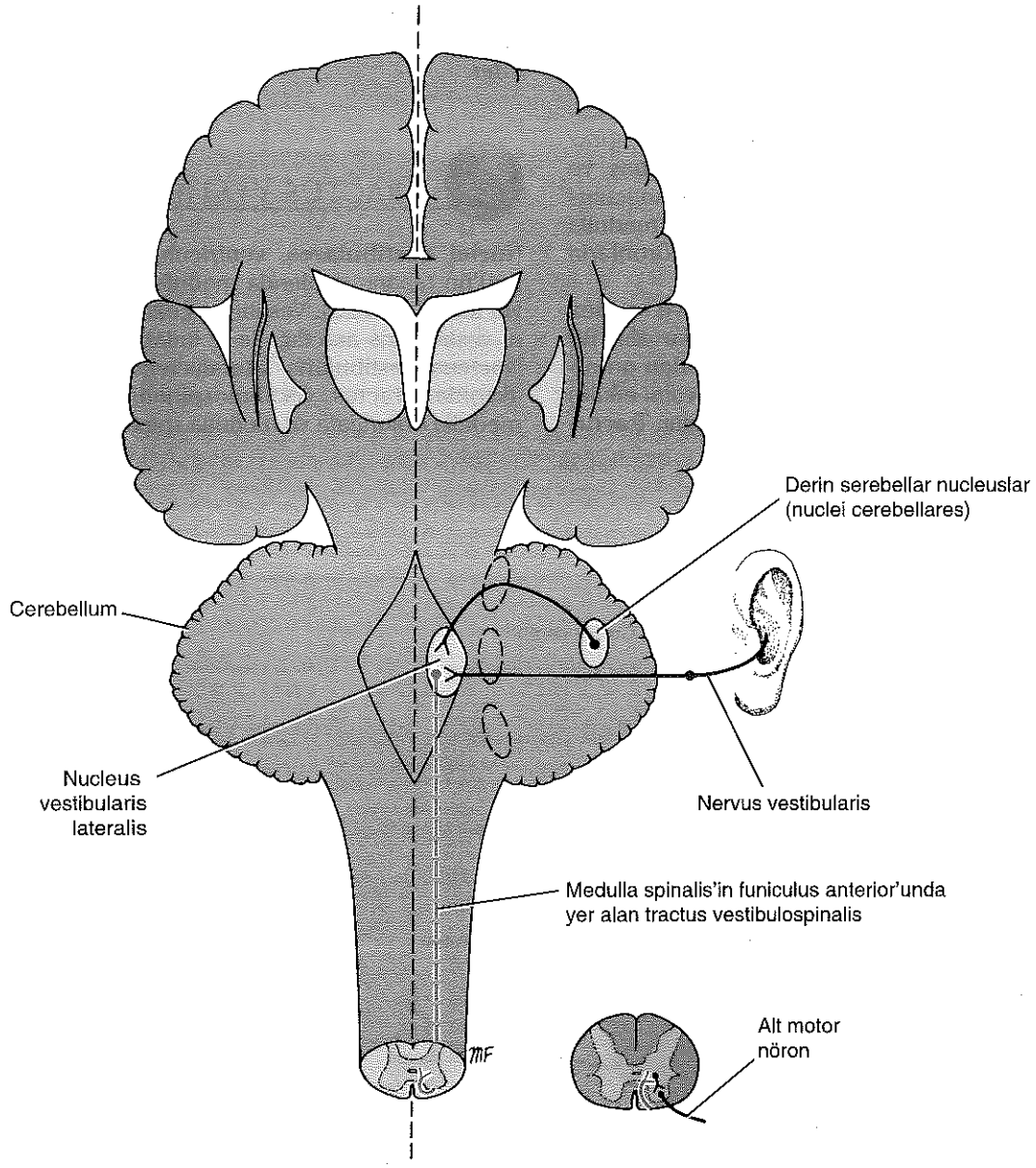
Nucleus ruber nöronları, cerebellum ve cortex cerebri ile bağlantı kurarak afferent impulslar alır. Bu yolun, serebral korteks ve serebellum tarafından omuriliğin alfa ve gamma motor nöronların aktivitesini etkileyebilen önemli bir indirekt yol olduğuna inanılır. Tractus rubrospinalis, fleksor kasların aktivitesini kolaylaştırır, ekstensor (veya antigravite) kasların aktivitesini inhibe eder.

Tractus Vestibulospinalis

Nuclei vestibulares, ventriculus quartus (IV. ventrikül)'ün tabanının altında medulla oblongata ve pons'ta yer alır (Şek. 4-25). Vestibular çekirdekler serebellum ve n. vestibularis aracılığı ile iç kulaktan afferent lifler alır. Nucleus vestibularis lateralis'teki nöronlardan çıkan aksonlar tractus vestibulospinalis'i oluştururlar. Yol, medulla oblongata ve medulla spinalis'in funiculus ante-



Şekil 4-24 Tractus rubrospinalis.



Şekil 4-25 Tractus vestibulospinalis

rior'u boyunca **çapraz yapmadan** aşağı iner (Şek. 4-20 ve 4-25). Lifler medulla spinalis'in columna anterior'undaki ara nöronlarla sinaps yaparak sonlanır.

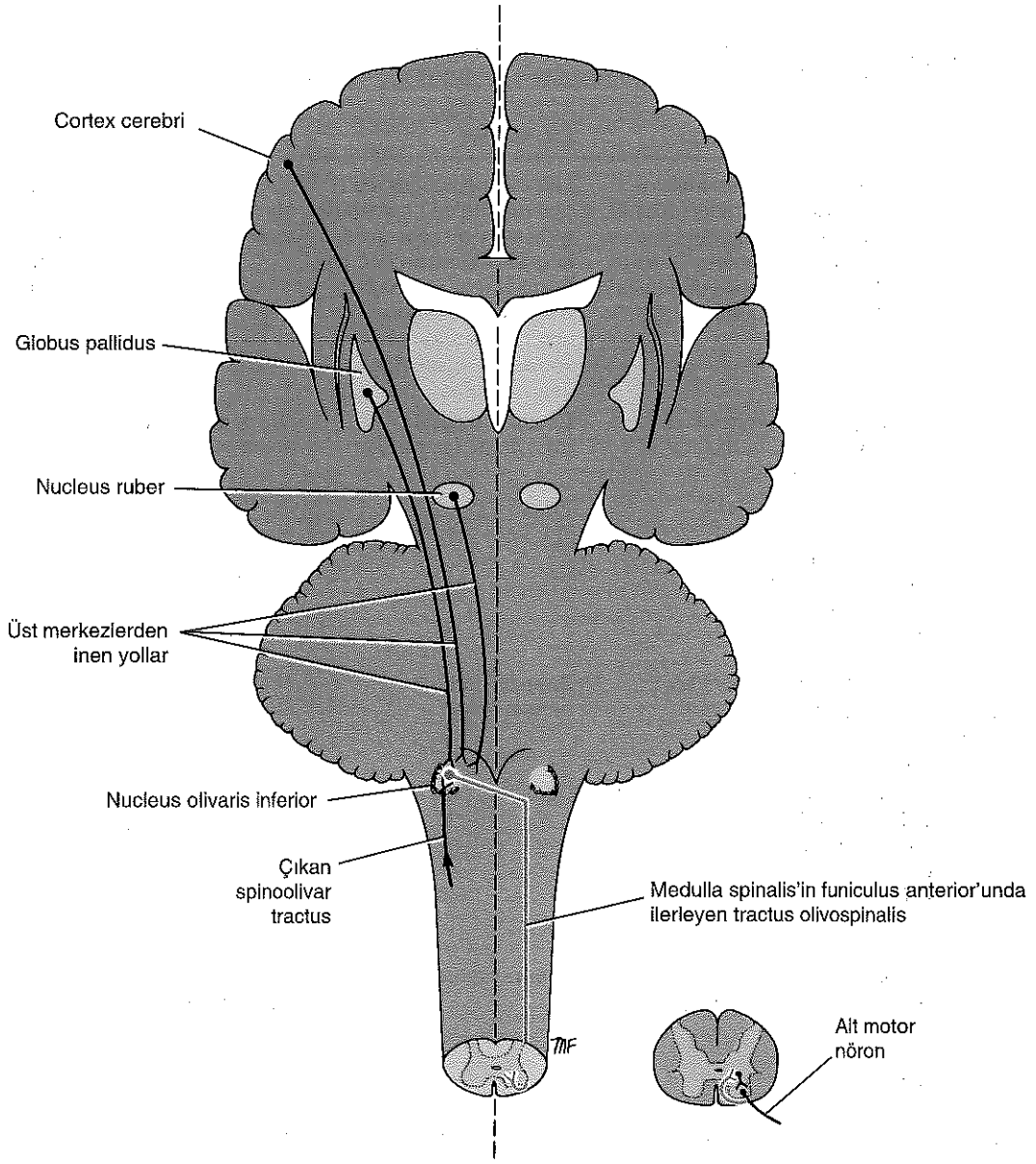
İç kulak ve serebellum bu yol aracılığı ile, ekstensor kasların aktivitesini artırarak ve fleksor kasların aktivitesini inhibe ederek, dengenin sağlanmasında rol oynarlar.

Tractus Olivospinalis

Tractus olivospinalis'in, nuc. olivaris inferior'dan çıkarak, omuriliğin columna anterior'undaki motor nöronların aktivitesini etkilemek üzere, funiculus lateralis içinde alt seviyelere indiği kabul edilmektedir (Şek. 4-26). Varlığı hala tartışmalıdır.

İnen Otonom Lifler

Otonomik aktivitenin kontrolü ile ilgili merkezi sinir sisteminin üst merkezleri, serebral korteks, hipotalamus, amigdaloid kompleks ve retiküler formasyonda yer alır. Ayrı yollar tanımlanmamakla beraber, inen otonom yol-



Şekil 4-26 Tractus olivospinalis. Bu tractus'un ayrı bir yol olarak varlığı şu anda hala tartışmalıdır.

ların varlığı ve büyük bir olasılıkla retikülospinal traktusun bir bölümünü oluşturdukları, omurilik lezyonları üzerinde yapılan araştırmalar sonucunda gösterilmiştir.

Üst merkezlerdeki nöronlardan çıkan lifler beyin sapında orta hattı çaprazlarlar. Bunların omuriliğin funiculus lateralis'inde indiğine ve omuriliğin torakal, üst lumbal (sempatik çıkış) ve midsakral (parasempatik çıkış) düzeylerindeki cornu laterale'lerinde yer alan otonom motor hücrelerle sinaps yaparak sonlandığına inanılır.

Medulla spinalis'in temel inen yollarının özeti Tablo 4-4'te gösterilmiştir.

Intersegmental Yollar

Medulla spinalis içinden başlayıp, medulla spinalis içinde sona eren, kısa inen ve çıkan yollar funiculus anterior, lateralis ve posterior'da yer alırlar. Bu yolların işlevi, farklı segmental düzeylerdeki nöronları birleştirmek olup özellikle intersegmental spinal reflekslerde önem taşırlar.

Tablo 4-4 Medulla spinalis'te Temel İnen Yollar

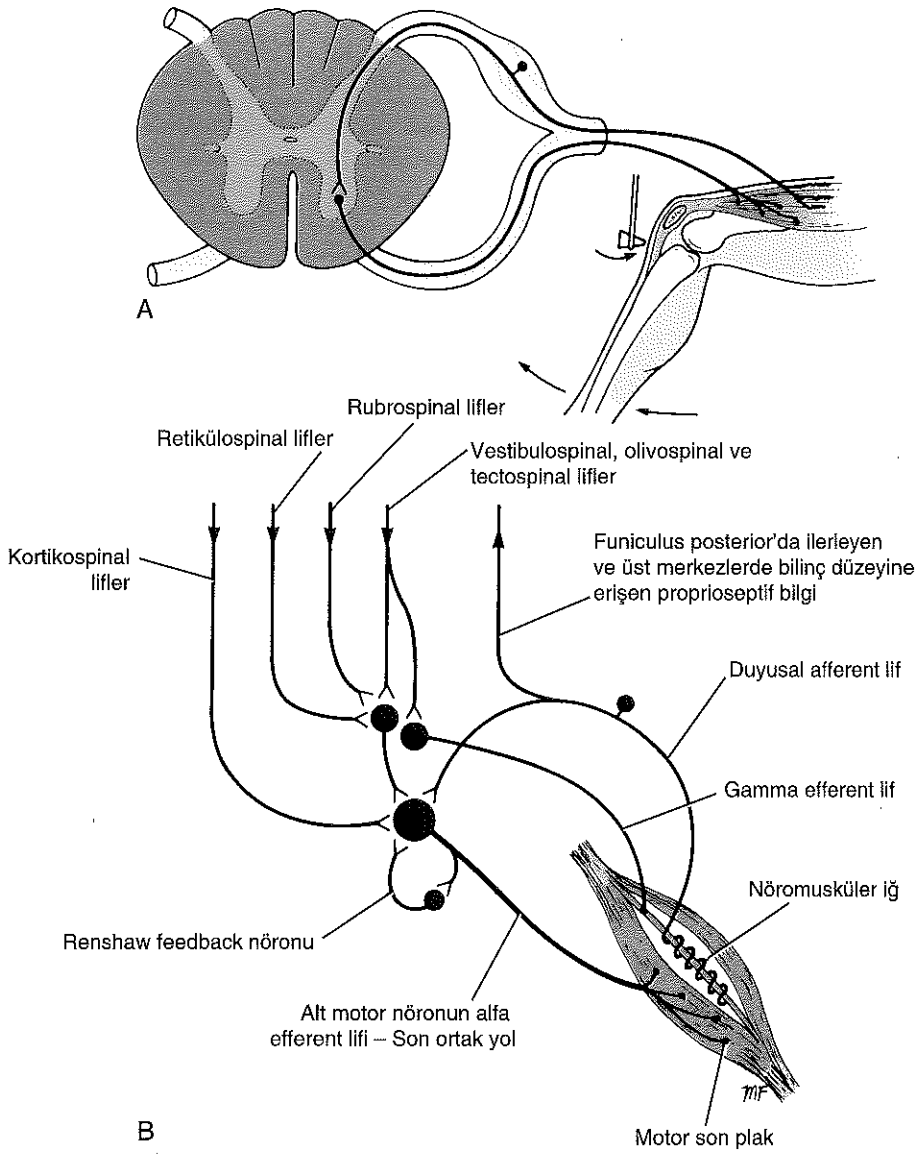
Yol Adı	İşlev	Başlangıç	Çapraz Yeri	Sonlanma Yeri	Dallarının Gittiği Yer/Yerler
Tractus corticospinalis lateralis et anterior	Özellikle ekstremitelerin distal bölümleri olmak üzere, hızlı, beceri isteyen, istemli hareketler	Primer motor korteks (area 4), sekonder motor korteks (area 6), lobus parietalis (area 3, 1, 2)	Liflerin çoğu decussatio pyramidum'da çaprazlaşır ve tractus corticospinalis lateralis olarak inerler, bir kısmı çapraz yapmadan tractus corticospinalis anterior olarak inerler ve sonlanma düzeyinde çaprazlaşırlar	İnternunsial (ara) nöronlar veya alfa motor nöronlar	Cortex cerebri, nuclei basales, nucleus ruber, nuclei olivares, formatio reticularis
Tractus reticulospinalis lateralis et anterior	İstemli hareketleri uyarır (kolaylaştırır) veya inhibe eder; hipotalamus bu yolla sempatik ve parasempatik çıkışları kontrol eder	Formatio reticularis	Bir kısmı değişik düzeylerde çaprazlaşır	Alfa ve gamma motor nöronlar	İnişi esnasında çok sayıda dallar verir
Tractus tectospinalis	Görme ile ilgili olarak refleks postural hareketler	Colliculus superior	Başlangıçtan hemen sonra	Alfa ve gamma motor nöronlar	?
Tractus rubrospinalis	Fleksor kasların aktivitesini kolaylaştırır, ekstensor kasların aktivitesini inhibe eder	Nucleus ruber	Hemen	Alfa ve gamma motor nöronlar	?
Tractus - vestibulospinalis	Ekstensor kasların aktivitesini kolaylaştırır, fleksor kasların aktivitesini inhibe eder	Nuclei vestibulares	Çapraz yapmaz	Alfa ve gamma motor nöronlar	?
Tractus olivospinalis	??	Nucleus olivaris inferior	Beyin sapında çaprazlaşırlar	?Alfa ve gamma motor nöronlar	—
İnen otonom lifler	Sempatik ve parasempatik sistemleri kontrol eder	Cortex cerebri, hypothalamus, corpus amygdaloideum, formatio reticularis		Sempatik ve parasempatik çıkış merkezleri	—

[a]Diğer inen yolların basit temel hareketlerin kontrolünden sorumlu olmalarına karşın, kortikospinal yolların "öncelikli hareketlerden sorumlu" kasların kontrolünde (özellikle yüksek beceri isteyen hareketler) rol oynadığına inanıldığına dikkat edilmelidir. Sadeleştirmek amacıyla, bu tabloda internunsial nöronlar belirtilmemiştir.

Refleks Halkası

Refleks, uyarana verilen istem dışı bir yanıt olarak tanımlanabilir. Bu refleks arkının bütünlüğüne bağlıdır (Şek. 4-27). En basit şekliyle refleks arkını oluşturan anatomik yapılar şunlardır: (1) bir reseptör organ, (2) bir afferent nöron, (3) bir effektör nöron ve (4) bir effektör organ. Tek bir sinapsı kapsayan bir refleks arkı **monosinaptik refleks arkı** olarak tanımlanır. Seyri boyunca refleks arkının herhangi bir noktasından kesintiye uğraması yanıtı ortadan kaldıracaktır.

Medulla spinalis'te refleks arkları, vücut postürü için temel oluşturan kas tonusunun korunmasında önemli rol oynarlar. Reseptör organ deri, kas veya tendonda yer alır. Afferent nöronun hücre gövdesi ganglion spinale'de bulunur; bu birinci nöronun merkezi aksonu effektör nöronda sinaps yaparak sonlanır. Afferent liflerin geniş çaplı, hızlı iletken ve tek sinapslı olmaları nedeniyle yanıt çok hızlı gerçekleşebilir.

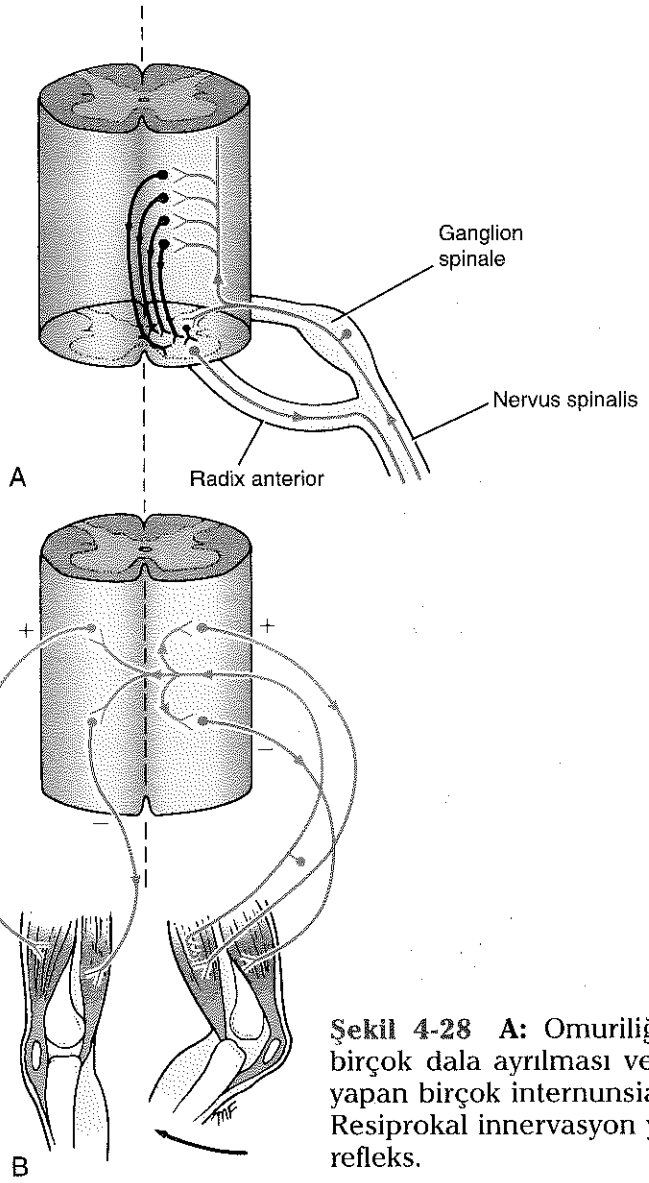


Şekil 4-27 **A:** Bir monosinaptik refleks arkı, **B:** Alt motor nöron ile sinaps yapan çok sayıdaki nöron. Renshaw feedback nöronunun varlığına dikkat ediniz.

Effektör nöronun elektriksel aktivitesi üzerindeki fizyolojik çalışmalar, çok hızlı monosinaptik deşarjı takip eden, uzamış, senkronize olmayan bir deşarj olduğunu göstermiştir. Bu son deşarjın nedeni, medulla spinalis'e giren afferent liflerin sıklıkla dallanması ve bu dalların da sonunda effektör nöronlarla bağlantı kuran internunsial (ara) nöronlarla sinaps yapmasıdır (Şek. 4-28). Bu ilave nöronal halka, afferent nöronun başlangıç stimülasyonunun kesilmesinden sonra effektör nöronun impuls bombardımanını uzatır. Ara nöronların varlığı, afferent stimülusun ayrıca medulla spinalis'in farklı segmental düzeylerindeki nöronlara dağılmasıyla sonuçlanır.

Refleks iskelet kas aktivitesi dikkate alındığında, **resiprokal innervasyon yasasını** biliyor olmak önem taşır (Şek. 4-28). En basit tanımı ile, bunun anlamı aynı ekstremiteye ait fleksor ve ekstensor reflekslerin aynı anda kontraksiyon (kasılma) yaratmamasıdır. Bu yasaya göre, refleks fleksor kas hareketinden sorumlu afferent sinir lifleri, inhibe etmek üzere aynı ekstremitenin ekstensor motor nöronları ile sinaps yapan dallara ayrılmalıdır.

Spinal reflekslerin bir başka ilginç özelliğinin üzerinde durmakta yarar vardır. Vücudun bir tarafında bir refleksin yaratılması, diğer taraftaki ekstremite üzerinde zıt etki ortaya çıkarır. Bu **çapraz ekstensor refleks** (Şek. 4-28) şu şekilde açıklanabilir: Bir taraf ekstremitesinin fleksiyonuna neden olan refleks arkın afferent stimülasyonu, karşı taraf ekstremitesinde ekstensiyon yaratır.



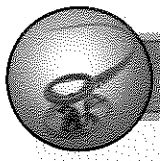
Şekil 4-28 **A:** Omuriliğe giren afferent nöronun birçok dala ayrılması ve effektör nöron ile sinaps yapan birçok internunsial (ara) nöronun varlığı. **B:** Resiprokal innervasyon yasası ve çapraz ekstensor refleks.

Yüksek Nöronal Merkezlerin Spinal Refleks Aktiviteleri Üzerine Etkisi

Motor aktiviteyi içeren spinal segmental refleks arkı, beynin yüksek kontrol merkezleri tarafından büyük ölçüde etkilenir. Bu etkiler kortikospinal, retikülospinal, tektospinal, rubrospinal ve vestibulospinal yollar aracılığı ile sağlanır. Medulla spinalis'in hasarlanması ile, bu etkilerin aniden ortadan kalkmasını takiben oluşan spinal şok olarak bilinen durumda, segmental spinal refleksler deprese olur (Bkz. s. 169). Spinal şok olarak adlandırılan durum birkaç hafta içinde ortadan kalktıktan sonra, spinal refleksler geri döner ve kas tonusu artar. **Deserebrasyon rijiditesi** olarak anılan bu durum, yüksek merkezlerdeki nöronların bu nöronlar üzerindeki etkisinin kalkması sonucu kas iğciklerine giden gamma efferent sinir liflerinin aşırı aktivitesi nedeniyle oluşmaktadır (Bkz. s. 103 ve 104). Bir sonraki evre, ekstensor kasların artmış tonusunun fleksor kaslara üstün gelmesi olan **ekstansiyon paraplejisi** olabilir. Bazı nörologlar bu durumu, vestibulospinal yolun devamlılığı dışında diğer bütün inen yolların tam olmayan hasarlanmasına bağlamaktadırlar. Bütün inen yolların kesilmesi (hasarlanması) halinde **fleksiyon paraplejisi** ortaya çıkar. Bu durumda refleks yanıtlar doğal olarak fleksor olur, ekstensor kasların tonusu azalır.

Renshaw Hücreleri ve Alt Motor Nöron İnhibisyonu

Alt motor nöron aksonları, spinal sinirin ön köklerine ulaşmak üzere substantia alba'dan geçerken kollateral dallar verir. Bu kollateraller, alt motor nöronlar üzerinde sinaps yapan Renshaw'ın tarif ettiği nöronlarla sinaps yapar (Şek. 4-27). Bu ara nöronların alt motor nöronlar üzerinde, onların aktivitelerini inhibe etmek suretiyle geribildirim sağladığına inanılır.



KLİNİK BİLGİLER

Klinik Olarak Önemli Genel Anatomik Özellikler

Medulla spinalis'in, pratik amaçlar için kabaca, motor ve duyusal sinir hücrelerinden oluşan substantia grisea ve bu yapıyı çevreleyen inen ve çıkan yollardan oluşan substantia alba'dan oluştuğu söylenebilir. Medulla spinalis, canalis vertebralis içinde, koruma amacıyla fibröz yapıdaki meningeal üç membranla çevrili halde bulunur. Beyin omurilik sıvısı, medulla spinalis travmalarına karşı yastık görevi görür. Medulla spinalis, her iki taraftan ligamentum denticulatum'lar ve aşağıdan ise filum terminale ile yerinde tutulur. Medulla spinalis segmenter yapıya sahiptir; her segment, canalis vertebralisi foramen intervertebrale'den terk eden bir çift anterior (motor) ve posterior (duyusal) köke sahiptir.

Medulla spinalis'in, columna vertebralis'ten daha kısadır; yetişkinlerde lumbal birinci vertebranın alt kenarı sonlanma noktasıdır. Subaraknoid aralık, medulla spinalisin sonlanma seviyesinden daha da aşağıya, ikinci sakral vertebra'nın alt kenarına kadar, uzanır.

Medulla spinalis'in, columna vertebralisten göreceli olarak daha kısa olmasından dolayı, lumbal ve sakral segmentlerden çıkan sinir kökleri aşağı doğru oblik bir yol çizerek, kendi seviyelerine ait foramen intervertebrale'ye ulaşırlar. Aşağı doğru inen bu sinir köklerinin oluşturduğu yapıya cauda equina adı verilir.

Lumbal ponksiyon amacıyla, lumbal ikinci vertebra seviyesinin altında subaraknoid boşluğa sokulan iğne, medulla spinalis'e zarar vermez (Ayrıntı için bkz. s.19)

Ön ve Arka Sinir Köklerinin Lezyonları

Her sinir kökü, pia, arachnoidea, ve dura mater tarafından çevrelenmiştir. Ön ve arka sinir kökleri foramen intervertebrale'de bir araya gelerek nervus spinalis'i oluştururlar. Burada, sinir köklerini çevreleyen meningeal membranlar, sinirin epineurium tabakasıyla birleşirler. Sifilitik spinal menenjitte ya da pyojenik menenjitte, hem ön hem arka sinir köklerinde, tek tek ya da birlikte tutulum görülebilir. Arka kökler tabes dorsalis ya da herpes zosterde tutulum gösterebilir. Hem canalis vertebralis hem de foramen intervertebrale içindeki yerleşimleri nedeniyle, columna vertebralis tümörlerinde bası altında kalma ve beyin omurilik sıvısının içeriğindeki değişikliklerde, subaraknoid kanama sonrası kan gibi, irritasyon riski söz konusudur. Fıtıklaşmış discus intervertebralis, primer ya da sekonder vertebral tümor, enfeksiyon ya da tümor nedeniyle vertebranın hasarlanması veya dislokasyona sebebiyet veren bir kırık spinal sinir köklerini foramen intervertebrale'de bası altında bırakabilir. Hatta ciddi düzeydeki skolyoz da, sinir köklerinde basıya neden olabilir.

Arka spinal sinir köklerinden birindeki lezyon, o kökün innerve ettiği deri bölgesinde ve duysal destek sağladığı kaslarda ağrı meydana getirir. Lezyon bölgesindeki columna vertebralis hareketleri ağrıyı arttırır. Öksürme ve aksırma, bu bölgedeki basıncı arttırarak ağrının iyice artmasına sebep olur. Dermatomda gerçek anlamda duyu kaybı olmadan önce, hiperaljezi ve hiperestezi belirtileri görülebilir.

Ön spinal sinir kökündeki lezyon, o kökün öncelikle innerve ettiği kasın paralizisine ve kısmen innerve ettiği kasın kısmi paralizisine neden olacaktır. Her iki durumda da fasikülasyon ve atrofi görülür.

Çıkan Yolların Tabakalaşmasının Klinik Önemi

Medulla spinalis'in anterolateral beyaz cevheri içindeki, vücudun lumbal ve sakral segmentlerinden gelen tractus spinothalamicus'a ait aksonlar üst seviyelere doğru gittikçe orta hattan uzaklaşırlar. Funiculus posterior içinde, vücudun lumbal ve sakral segmentlerinden gelen aksonlar üst düzeylere doğru uzandıkça medial olarak konumlanırlar. Yolların bu şekilde konumlanması laminasyonu yaratır; şöyle ki spinotalamik yollarda (anterolateral sistem) lifler servikalden sakrale doğru segmentler medialden laterale doğru; funiculus posterior'da lifler sakralden servikale doğru segmentler medialden laterale doğru yerleşirler. Bu tabakalaşma Şekil 4-29'da şematik olarak gösterilmiştir.

Bu ayrıntılı bilgi pratik olarak, spinotalamik yolların bulunduğu bölgede medulla spinalise dıştan bası oluşmuş hastalarda değerlidir. Bu bilgi, basıya bağlı olarak niçin önce vücudun sakral dermatomlarında ağrı ve ısı duyusunun kaybolduğunu, bası arttığında vücudun daha üst segmentlerindeki dermatomlarının etkilendiğini açıklar.

Medulla Spinalis İçindeki Çıkan Yolların Yaralanmaları

Tractus Spinothalamicus Lateralis

Bu yolun hasarlanmasında, lezyon düzeyinin altında, karşı tarafta ağrı ve ısı duyusu kaybı ortaya çıkar. Hasta cildine temas eden objelerin verdiği sıcaklık ve soğukluk hissini anlayamaz veya iğne batırılmasına yanıt veremez.

Tractus Spinothalamicus Anterior

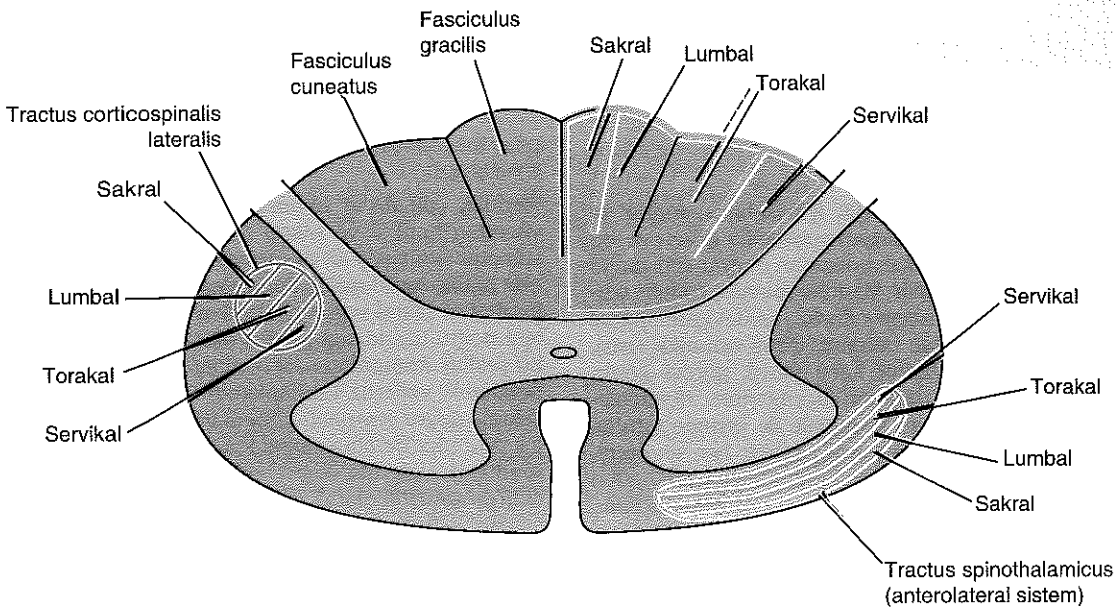
Bu yolun hasarlanmasında, lezyon düzeyinin altında, vücudun karşı yarısında hafif dokunma ve basınç duyusunun kaybı görülür. Diskriminatif dokunmanın hala sağlam olacağını akılda tutmak gerekir; çünkü bu duyu fasciculus cuneatus ve fasciculus gracilis yolu ile taşınır. Hasta, derisine değen pamuklu giysisinin hafif dokunmasını veya derisine bası yapan künt cismi hissedemez.

Fasciculus Gracilis ve Fasciculus Cuneatus

Bu yolların hasarlanması, kaslar ve eklemlerden gelen bilinçli duyuların kesilmesine; böylece kişinin lezyonun alt seviyelerinde, ipsilateral (aynı taraf) ekstremitelerinin hareketleri ve pozisyonu hakkında bilgi sahibi olamamasına neden olur. Gözleri kapalı haldeki hasta, uzuvlarının veya uzuvlarının bir bölümünün uzaydaki konumunu belirleyemez. Eğer siz pasif olarak hastanın ayak parmağına dorsifleksiyon yaptırırsanız; kişi size ayağının ucunun aşağıya doğru mu yoksa yukarıya doğru mu bükülmüş olduğunu belirtemez. Hastanın kaslarının kontrolü bozulmuştur ve bu nedenle hareketleri sarsak ve dengesizdir.

Hastada ayrıca, aynı tarafta lezyon düzeyinin altında vibrasyon duyusu kaybı vardır. Bu durumun varlığı, processus styloideus radii veya malleolus lateralis gibi kemik çıkıntılara temas ettirilen titreşim çatalı (diapazon) ile kolayca test edilebilir.

Ayrıca lezyon tarafında taktil diskriminasyon kaybı da olacaktır. Bu, hastanın iki uç açıklığını hissedebileceği kadar kademeli şekilde ayrılabilen pergelin deri yüzeyine uygulanması ile kolayca test edilebilir. Taktil diskriminasyon, vücudun farklı bölümlerinde farklılık gösterir. Normal kişilerde, iki temas noktası olarak iki parmak ucunun arasında 3-4



Şekil 4-29 Medulla spinalis'in funiculus posterior, lateralis ve anterior'undaki traktusların segmental organizasyonu.

mm fark olduğu durumlarda ayrı iki nokta olarak tanınabilir. Bununla beraber sırtta bu mesafe 65 mm veya daha fazladır.

Hafif dokunma duyusu bozulmamıştır; çünkü bu duyu impulsları tractus spinothalamicus anterior ile taşınır.

Medulla spinalis'te, sadece bir duysal yolun izole lezyonunun çok nadir olduğuna dikkat edilmelidir. Genellikle birkaç çıkan ve inen yolun birlikte tutulması sık görülür.

Somatik ve Visseral Ağrı

Somatik ağrı bu bölümde yoğun olarak ele alınacaktır. Somatik ağrının duyu algılayıcıları serbest sinir sonlanmalarıdır. Akut keskin ağrı hızlı ileten sinir lifleri ile, uzamış rahatsız edici (kronik) ağrı yavaş ileten sinir lifleri tarafından taşınır (Bkz. s. 147).

İç organlarda, iskemi, gerilme, kimyasal uyaranlara hassas olan, osmoreseptörler, gerilme reseptörleri, baroreseptörler ve kemoreseptörler gibi özel reseptörler vardır. Visseral reseptörlerden çıkan afferent lifler, otonom sinir sisteminin sempatik ve parasempatik bölümleri ile merkezi sinir sistemine ulaşır. Merkezi sinir sisteminde visseral ağrı impulsları somatik ağrı impulsları ile aynı çıkan yollarda ilerler ve sonunda gyrus postcentralis'e ulaşırlar.

Visseral ağrının kaynağının yerinin tespiti güçtür; ve sıklıkla salivasyon, mide bulantısı, kusma, taşikardi ve terleme ile birlikte hissedilir. Visseral ağrı, organdan vücudun uzaktaki bir bölgesine yansıyabilir (**yansıyan ağrı**).

Akut Ağrının Tedavisi

Serbest sinir sonlanmalarından salınarak serbest sinir sonlanmalarını ağrılı uyarana karşı duyarlı hale getiren prostoglandin sentezini azaltmak amacıyla salisilatlar gibi maddeler kullanılabilir. Periferik sinirlerde iletimi bloke etmek için prokain gibi lokal anastezikler kulanılabilir.

Beyindeki analjezi sistemindeki hücreler de dahil olmak üzere omuriliğin cornu posterius'undaki opiat reseptörler üzerinde etkili olan ve ağrıya karşı affektif reaksiyonu azaltan morfin ve kodein gibi narkotik analjezikler de kullanılabilir. Opiatların, duyusal sinir sonlanmalarında, glutamat, substance P ve diğer transmitterlerin salınmasını azaltarak etki gösterdiği düşünülmektedir. Sistemik olarak uygulanan morfinin yan etkilerini azaltmak için, narkotik madde lokal yolla direkt olarak medulla spinalis'in cornu posterius'una ya da indirekt olarak subaraknoid aralıkta beyin omurilik sıvısına verilebilir. Uzun süreli kanser ağrısı, morfinin medulla spinalis'e sürekli infüzyonun başarılı olmasıyla tedavi edilir olmuştur.

Kronik Ağrının Tedavisi

Akupunktur ve cilde uygulanan elektrik stimülasyonu gibi yeni teknikler, artık başarı ile kullanılmaktadır. Bazı hastalarda plasebo etki kullanılarak ağrı ortadan kaldırılabilir. Normal ağrı yollarında inhibisyon sağlayan endorfinlerin salınımının stimüle edilmesi ile ağrının önüne geçildiği düşünülmektedir.

Rhizotomi veya Kordotomi ile Ağrının Giderilmesi

Ağrının cerrahi yöntemlerle giderilmesi, kanserli hastaların son dönemlerinde yaygın olarak kullanılır. Spinal sinirin arka kökünün bir bölümünün kesilmesi veya posterior rizotomi, merkezi sinir sistemine ağrı iletimini etkili olarak önler. Bu nispeten basit bir uygulamadır; fakat ne yazık ki cerrahi girişim sonucunda hasta ağrı duyusunun kaybının yanı sıra diğer duyularından da mahrum kalır. Ayrıca ağrı duyusunun birden fazla spinal sinir yolu ile omuriliğe girdiği durumlarda, birçok arka kökün kesilmesi gerekebilir.

Torakal kordotomi, alt abdomen veya pelvisten kaynaklanan ciddi ağrılı hastalarda başarı ile uygulanabilir. Temel olarak operasyon, medulla spinalis'in anterolateral kadra-

nında tractus spinothalamicus lateralis'in kesilmesi esasına dayanır. Tractus spinothalamicus lateralis'in liflerinin karşı taraf columna posterior'daki substantia gelatinosa'daki hücrelerden orijin aldığı ve liflerin medulla spinalis'te oblik olarak çaprazlaştığı, giriş arka kökünden 3-4 segment daha yukarıda substantia alba'daki ilgili yola ulaştığını hatırlamak önemlidir. Toraks ya da boynunda tedaviye dirençli ağrıları olan hastalarda servikal kordotomi başarılı bir şekilde uygulanmaktadır.

Tabes Dorsalis

Tabes dorsalis'in nedeni sifilizdir. Hastalık etkeni mikroorganizma (trepanema pallidum) özellikle lumbosakral ve alt torakal segmentlerde olmak üzere, arka kökün medulla spinalis'e giriş yerinde sinir liflerinin selektif yıkımına neden olur (Şek. 4-30). Aşağıdaki semptomlar ve belirtiler saptanabilir: (1) alt ekstremitelerde çok ciddi olabilen batıcı tarzda ağrılar; (2) alt ekstremitelerde parestezi ve uyuşukluk; (3) soğuk, sıcak ve dokunmaya karşı deride hipersensitivite; (4) alt ekstremitelerin ve gövdenin bazı bölümlerinde deriden duyu kaybı; mesanenin tam dolu olmasının algılanamaması; (5) özellikle alt ekstremitede olmak üzere, ekstremitelerin pasif hareketlerinin ve duruşun algılanamaması; (6) Aşil tendonunun başparmak ve işaret parmağı arasında sıkıştırılması veya kasların dayanılabilecek ölçüde sıkılması gibi durumlarda normalde ortaya çıkan derin ağrı duyusunun kaybı; (7) bacağın lateral kenarı veya meme başları arasındaki göğüs duvarı veya önkolun içyan kenarı veya burnun bir tarafında olduğu gibi vücudun belli bölgelerindeki deride ağrı duyusu kaybı; (8) proprioseptif duyunun kaybı nedeniyle alt ekstremitelerde ataksi (yürüyüşteki dengesizlik görsel uyaranlarla bir ölçüde telafi edilebilir ancak, karanlıkta veya gözler kapalı olduğunda ataksi daha da kötüleşir ve kişi düşebilir); (9) kaslar ve eklemlerden çıkan proprioseptif informasyonların kaybı sonucu hipotoni; ve (10) refleks arkının afferent kolunun dejenerasyonuna bağlı olarak derin tendon reflekslerinin kaybı ortaya çıkar (hastalıkta diz ve ayak bileği tendon refleksleri erken dönemde kaybolur).

Kas Aktivitesi

Kas Tonusu

Kas tonusu, bir kasın sürekli olarak kısmi kasılma durumu olup monosinaptik refleks arkının bütünlüğüne dayanır (s. 101 ve 103'te açıklanmıştır). Reseptör organlar kas iğcikleridir. Afferent nöron arka kökten geçerek medulla spinalis'e girer ve columna anterior'daki effektör nöronla veya alt motor nöronla sinaps yapar. Alt motor nöron ön kökler, spinal sinirler ve periferik sinirlerden geçerek kas liflerine ulaşır. Kas tonusu, basit bir refleks arkının herhangi bir bölümünün zedelenmesinde ortadan kalkar. Atonik kas yumuşak ve sarkık hissi verir ve hızlı bir şekilde atrofiye olur.

Normal kas tonusu belirli bir esneklik veya elastikiyet gösterir; ve bir eklemin hareketiyle pasif olarak gerildiğinde belirli miktarda direnç hissedilir. Normal kas tonusu, supraspinal seviyelerden inen yollardaki impulslar tarafından oluşturulan kontrol mekanizmasına ve yukarıda tanımlanan monosinaptik refleksin bütünlüğüne bağlıdır. Kas iğciklerinin kas tonusuna karşı uyarıcı, aksine nörotendinöz reseptörlerin kas tonusuna karşı inhibe edici olduğuna dikkat ediniz.

İstemli Hareket

İstemli hareket birey tarafından başlatılır. Ulaşılmak istenen hedefe varmak için bir seri farklı kas kasılır. Alt motor nöronların aktivitesini etkileyen inen yolların, duysal sistemler, gözler, kulaklar ve kasların bizzat kendisi tarafından alınan bilgiyle yönlendirildiği ve hafızadaki daha önceki afferent bilgilerden etkilendiği ileri sürülmektedir. Üstelik tüm bu süreç, geçmiş ve şimdiki duygu durum tarafından çeşitlendirilir. Limbik yapılar heyecan, motivasyon ve hafızada rol oynarlar ve serebral kortekse projeksiyonlarıyla istemli hareketlerin başlangıç işlemlerini etkilerler.

Serebral korteksten ve beyin sapından aşağı uzanan inen yollar -üst motor nöronlar-, ya direk ya da ara nöronlar aracılığıyla alt motor nöronların aktivitelerini etkilerler. Beyin sapında başlayan ve medulla spianlis'e inen yolların çoğu serebral korteksten de bilgi alır.

Kortikospinal yolların özellikle ekstremitelerin distal bölümlerinde yüksek derecede becerili hareketlerden sorumlu olan temel hareket (prime mover) kaslarını kontrol ettiğine inanılır. Öteki supraspinal inen yollar, basit temel istemli hareketlerde en büyük rolü oynarlar ve sonuçta kas tonusunun düzenini sağlamakla eklemlerin kolay ve hızlı hareket edebilmelerine sebep olurlar.

Bazal ganglionlar ve serebellumun alt motor nöronların aktivitelerini etkileyen inen yollarla direkt olarak bağlantısının olmadığını ve buna rağmen sinir sisteminin bu bölümlerinin istemli hareketleri büyük ölçüde etkilediğini bilmek ilginçtir. Bu etki, inen yolların başlangıç alanı olan beyin sapı nükleusları ve serebral kortekse projekte olan lifler tarafından dolaylı olarak gerçekleşir.

Piramidal ve Ekstrapiramidal Yollar

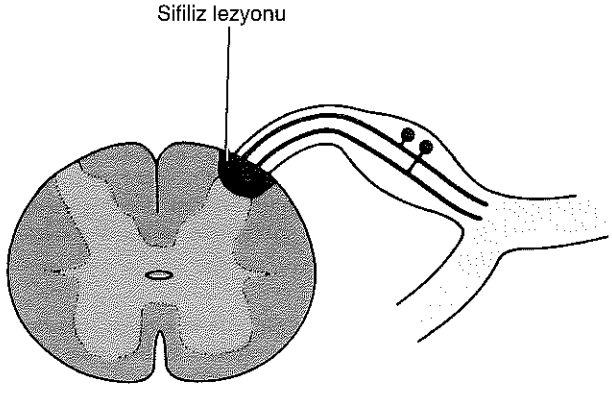
Piramidal yol terimi klinisyenler tarafından yaygın olarak kullanılır ve özellikle kortikospinal yolları ifade eder. Bu terim kortikospinal liflerin medulla oblongata'nın **piramid/pyramis** olarak tanımlanan ön bölgesinde yoğunlaştığının öğrenilmesinden sonra yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır.

Ekstrapiramidal yol terimi ise kortikospinal traktuslar dışındaki diğer inen yolları ifade eder.

Üst Motor Nöron Lezyonları

Kortikospinal Yolların (Piramidal Yollar) Lezyonları

Kortikospinal yollarla sınırlı kalan lezyonlar aşağıdaki klinik bulguları verir:



Şekil 4-30 Medulla spinalis'te sifiliz lezyonunun yerleşimi.

1. **Babinski bulgusu** vardır. Ayak tabanının dış yüzeyinin derisinin çizilmesine yanıt olarak ayak baş parmağı dorsifleksiyon yapar ve diğer parmaklar da yelpaze şeklinde dışa bükülür. Normal yanıt tüm parmakların plantar fleksiyonudur. Kortikospinal yol yaşamın ilk yılının sonuna kadar miyelinize olmadığından Babinski bulgusunun normalde yaşamın ilk yılında bulunduğunu hatırlayınız.

   Babinski yanıtının açıklanması şöyle yapılır: Normalde taban derisinin duysal stimulasyonuna yanıt olarak kortikospinal yollar parmaklarda plantar fleksiyon oluşturur. Kortikospinal yollar işlev dışı kaldığında, parmaklar üzerinde diğer inen yolların etkisi ortaya çıkar ve ayak tabanındaki stimulasyona yanıt olarak bir çeşit geri çekme refleksi oluşur.
2. **Yüzeyel karın refleksleri** yok olur. Karın derisi çizildiğinde karın kasları kasılmaz. Bu refleksler ara nöronlar üzerindeki tonik uyarıcı bir etkiyi kullanan kortikospinal yolun bütünlüğüne bağlıdır.
3. **Kremaster refleksi** yok olur. Uyluğun iç kısmındaki deriye vurulduğunda kremaster kası kasılmaz. Bu refleks omuriliğin ilk lumbal segmentinden geçer. Bu refleks ara nöronların üzerindeki tonik uyarıcı bir etkiyi kullanan kortikospinal yolun bütünlüğüne bağlıdır.
4. **İnce beceri isteyen istemli hareketlerin performansında** kayıp vardır. Bu özellikle ekstremitelerin distal uçlarında görülür.

Kortikospinal Yollar Dışındaki İnen Yolların (Ekstrapiramidal Yollar) Lezyonları

Diğer inen yollara sınırlı kalan lezyonlarda, aşağıdaki klinik bulgular vardır.

1. Az miktarda kas atrofisinin (kullanılmayan sekonderler hariç) bulunabildiği **ağır paralizi**.
2. Kasların **spastisitesi** veya **hipertonisitesi**. Alt ekstremite ekstensiyonda, üst ekstremite fleksiyondadır.
3. Parmakların fleksorlarında, m.quadriceps femoris ve bacak arka bölgesi kaslarında **artmış derin kas refleksleri** ve klonuslar bulunabilir.
4. **Çakı belirtisi**. Eklemde pasif bir hareket yapıldığında kasların spastisitesi nedeniyle bir direnç oluşur. Kaslar gerildiğinde, nörotendinöz organ- aracı inhibisyon nedeniyle aniden gevşer.

Klinik uygulamada sadece piramidal yolları veya sadece ekstrapiramidal yolları tutan organik lezyonlara rastlamanın nadir olduğunun üzerinde durulmalıdır. Genellikle her iki traktus grubu da, iki grup klinik bulgu vermek suretiyle çeşitli derecede etkilenir. Piramidal yolların normal olarak kas tonusunu arttırmaya, ekstrapiramidal yolların kas tonusunu inhibe etmeye eğilimi, bu karşıt etkiler arasındaki denge, kas tonusunun farklı derecelerini yaratır.

Alt Motor Nöron Lezyonları

Travma, enfeksiyon (poliomyelit), damarsal bozukluklar, dejeneratif hastalıklar neoplaziler, columna anterior'daki hücre gövdesinin veya ön kök ya da spinal sinirdeki onun aksonunu harap ederek alt motor nöron lezyonu oluşturabilirler. Alt motor nöron lezyonlarında aşağıdaki klinik bulgular görülür:

1. İlgili kasların **gevşek paralizisi**.
2. İlgili kasların **atrofisi**.
3. İlgili kaslarda **refleks kaybı**.
4. **Muskular fasikulasyon**. Bu sadece alt motor nöron hücresinde yavaş bir harabiyet olması halinde görülen kas seyirmesidir.
5. **Muskular kontraktür**. Paralize olmuş kasların kısalmasıdır. Bu, paralize kaslar tarafından etkisine artık karşı konulamayan antogonist kaslarda daha sık görülür.
6. **Dejenerasyon reaksiyonu**. Normalde innerve edilmiş kaslar faradik (kesintili) akımın uygulanmasıyla oluşan stimulasyona yanıt verir ve akım geçtiği sürece kasılma devam eder. Galvanik veya doğru akım sadece akım verildiğinde veya kesildiğinde kasılmaya yol açar. Alt motor nöron kesildiğinde kas hala direkt akıma cevap vermesine karşın sinir kesisinden sonraki 7 gün artık faradik elektriksel stimulasyona yanıt vermez. 10 gün sonra direkt (doğru) akıma yanıt da sona erer. Elektriksel stimulasyona yanıt olarak kastaki bu değişim **dejenerasyon reaksiyonu** olarak bilinir.

Paralizi Tipleri

Hemipleji, vücudun bir yarım tarafının felcidir; ve üst ekstremiteyi gövdenin bir tarafını ve alt ekstremiteyi kapsar.
Monopleji, tek bir ekstremitenin felcidir.
Dipleji, karşılıklı iki ekstremitenin felcidir (ör. kollar veya bacaklar).
Parapleji, iki alt ekstremitenin felcidir.
Quadripleji, dört ekstremitenin felcidir.

Kas Dokusuna Ait Belirti ve Bulguların Sinir Sistemi Lezyonları ile İlişkisi

Anormal Kas Tonusu

Hipotoni

Hipotoni, kas tonusunun azaldığı ya da kaybolduğu hallerde ortaya çıkan, monosinaptik germe refleksi arkının herhangi bir yerinde kesintiye uğraması halinde görülür. Serebellar hastalıklarda serebellumun gamma motor nöronlar üzerindeki azalmış etkisinin sonucu olarak da ortaya çıkar.

Hipertoni

Hipertoni (spastisite, rijidite) kas tonusunun artmasıyla ortaya çıkar. Supraspinal merkezleri veya traktus corticospinalis dışındaki inen yolları içine alan lezyonların varlığında oluşur. Bu, lokal spinal segmental seviyede de oluşabilir ve duysal irritasyon sonucunda germe refleksinin lokal uyarılmıyla ortaya çıkar (Örneğin; prolabe intervertebral diske sekonder olarak sırt kaslarının spazmı, peritonite sekonder olarak karın kaslarının spazmı).

Tremorlar

Tremor (titreme), karşıt kas gruplarının kasılması sonucunda oluşan, ritmik, istem dışı hareketlerdir. Bunlar **parkinsonizmde** olduğu gibi yavaş veya tirotoksikozisdeki toksik tremorlar gibi hızlı olabilirler. Yine parkinsonizmde olduğu gibi, dinlenme anında; veya serebellar hastalıklarda görülen gibi hareket anında olabilirler; bu durum intansiyon tremoru olarak adlandırma yapılır.

Spazmlar
Spazmlar büyük kas gruplarının ani istemdışı kasılmalarıdır. Örnek olarak paraplejide görülen spazmlar ve kortikospinal traktuslar dışında inen yolları içine alan lezyonların neden olduğu spazmlar gösterilebilir.

Atetozis
Atetozis genellikle aynı hastada, her zaman aynı olan ve uyku esnasında kaybolan sürekli, yavaş, istemdışı ve disritmik hareketlerdir. Bunlar istemli hareketleri engellerler. Atetozis, corpus striatum lezyonlarıyla ortaya çıkar.

Korea
Korea, uykuda da ortaya çıkabilen sürekli, hızlı, istemdışı, sarsıntılı, kaba ve amaçsız hareketler serisidir. Korea, corpus striatum lezyonlarında oluşur.

Distoni
Distoni, hipertonik kasların sık ve sürekli kontraksiyonları olup, biçimsiz duruşlara neden olur. Lentiform nükleus lezyonlarında ortaya çıkar.

Myoklonus
Myoklonus, belli bir kasın veya kas bölümünün ani kontraksiyonudur. Düzensiz ortaya çıkar ve çoğunlukla bir ekstremitenin bir kasını tutar. Retiküler formasyon ve serebellumu tutan hastalıklarda görülebilir. Normal miyoklonik sarsıntılar bazen bireyler uykuya dalarken görülür ve bunların formasyo retikularisin ani ve geçici reaktivasyonlarına bağlı olduğuna inanılır.

Hemiballismus
Vücudun tek bir yanıyla sınırlanmış, istemdışı hareketlerin nadir görülen bir şeklidir. Genellikle proksimal ekstremite kaslarını kapsar ve söz konusu ekstremite neredeyse tüm yönlere şiddetle hareket eder. Sorunlu lezyon, karşı subtalamik nukleusta bulunur.

Medulla Spinalis Yaralanmaları

Akut Medulla Spinalis Yaralanmaları

ABD'de her yıl 10.000 akut medulla spinalis yaralanması oluşmaktadır. Kopan sinir yollarının rejenerasyonu çok az gerçekleştiği/hiç gerçekleşmediği için ve hasta ömür boyu engelli kaldığı için medulla spinalis yaralanmaları yıkıcıdır (Bkz s.110).Tedavi columna vertebralis'in anatomik dizilimini oluşturmak ve stabilizasyonunu sağlamak ya da medulla spinalis basısını kaldırmaktan ibarettir. Sağaltım aşamasında, hastanın elde kalan nörolojik durumunun korunabilmesi için zorlu rehabilitasyon süreçlerinden geçilir. Tıbbi komplikasyonların tedavisi bir tarafa bırakılırsa, medulla spinalis'te sinir rejenerasyonunu sağlamak için yapılan büyük çaplı araştırmalara rağmen çok az yeni tedavi modalitesi elde edilebilmiştir. Güncel olarak, bazı ilaçların (GM_1 gangliosid ve metilprednisolon) hasarın gerçekleşmesinden kısa süre sonra kullanımının nörolojik defisitte düzelme sağladığı görülmüştür. Hayvan deneyleri, bu ilaçların hasar görmüş nöronlarda fonksiyonel kazanımda rol oynadığını göstermiştir.

Medulla Spinalis'in Kronik Basısı

Medulla spinalis'in yaralanmaları dışarıda bırakılırsa (Bkz. s.17), basının sebepleri ekstradural ve intradural olarak ikiye ayrılır. İntradural nedenler, medulla spinalis'in dışından kaynaklanan (ekstramedüller) ve medulla spinalis'in içinden kaynaklananlar (intramedüller) olarak sınıflandırılabilirler.

Ekstradural nedenler arasında, fıtıklaşmış intervertebral diskler, vertebraların tüberküloz enfeksiyonu, vertebraların birincil ve ikincil tümörleri sayılabilir; ayrıca lösemik birikimler ve ekstradural abseler de medulla spinalis'te basıya neden olabilirler. Ekstramedüller tümörler arasında meningiomlar ve sinir fibromlarına daha sık rastlanır.

Klinik belirti ve bulgular, medulla spinalis'in anatonik ve fizyolojik fonksiyonlarındaki bozulmaya bağlıdır. Spinal arterlere bası olması medulla spinalis iskemisine neden olarak sinir ve sinir liflerinin dejenerasyonuna neden olur. Medulla spinalis venlerine bası olması ise, ödem ortaya çıkartarak sinir fonksiyonlarını aksatır. Son olarak; medulla spinalis'in substantia grisea ve albasına ve sinir köklerine direkt bası sinir iletimini bozmaktadır. Aynı zamanda; beyin omurilik sıvısının dolaşımı ve tıkanıklık seviyesinin altında sıvı değişimi de engellenir.

Klinik Belirtiler

En erken belirtilerden biri ağrıdır. Ağrı, olaya katılan vertebranın seviyesinde lokal ağrı olabileceği gibi, spinal sinir köklerinin dağılım alanında yansıyan ağrı şeklinde de görülebilir. Ağrı, aksırmak ya da öksürmekle şiddetlenir; ve genellikle, hastanın yatar pozisyonda olduğu geceleri daha dayanılmaz hal alır.

Motor fonksiyonların aksaması erken dönemde ortaya çıkar. Lezyon seviyesinde columna anterior'daki motor hücrelerin olaya katılmasıyla, kas tonusunda azalma ile beraber görülen kısmi ya da tam kas paralizisi görülür. Kortikospinal ve diğer inen yolların erken dönemde olaya katılımı, kaslarda güçsüzlük, kas tonusunda artma (spastisite), lezyon seviyesinin altında tendon reflekslerinde artış ve taban refleksinde ekstensör cevap görülür. His kusurunun düzeyini tutulan sinir yollarının miktarı belirleyecektir. Medulla spinalis'in funiculus posterior'un tutulduğu bir lezyon, lezyon seviyesinin altında, aynı tarafta, kas-eklem duyusunda (propriosepsiyon), titreşim duyusunda, iki nokta ayrımında kayba neden olacaktır. Tractus spinothalamicus lateralis'in lezyonu, vücudun karşı tarafında, lezyon seviyesinin altında, ağrı ve soğuksıcak algısının kaybına sebebiyet verecektir. Medulla spinalis'in inen ve çıkan yollarının lezyonları sonrasında ortaya çıkan belirti ve bulgular sayfa 165 ve 167'de daha ayrıntılı olarak incelenmiştir.

Spinal tümörlerin birçoğunun iyi huylu olması ve cerrahi olarak başarıyla çıkarılabilmeleri nedeniyle (bası sonucunda kan akımındaki bozulmuna bağlı kalıcı hasar gelişmediği durumlarda), erken ve kesin tanı elzemdir. Bu durumda (1) bilgisayarlı tomografi (BT) ve manyetik resonans (MR) da dahil olmak üzere columna vertebralis'in radyolojik incelenmesi, (2) spinal BOS örneklemesi, (3) tanının güç olduğu vakalarda myelografi yapılması gerekmektedir.

Medulla Spinalis'i Etkileyen Klinik Sendromlar

Spinal Şok Sendromu

Bu klinik durum, medulla spinalis'in akut ciddi hasarını takiben ortaya çıkan tablodur. Lezyon düzeyinin altında tüm omurilik işlevleri baskılanır veya kaybolur ve duysal bozukluk ile gevşek paralizi ortaya çıkar. Segmental spinal refleksler, kortikospinal, retikulospinal, tectospinal, rubrospinal ve vestibulospinal yolların aracılık ettiği, yüksek merkezlerin etkisinin ortadan kalkması nedeniyle deprese olur. Spinal şok, özellikle lezyonun medulla spinalis'in yüksek bir düzeyinde olması durumunda, sempatik vazomotor tonusun kaybından dolayı ciddi hipotansiyona da neden olabilir.

Çoğu hastada bu şok 24 saatten az sürer; aksine bazı kişilerde 1 ile 4 hafta kadar devam edebilir. Şok durumu ortadan kalktıkça, nöronlar uyarılabilirliklerini yeniden kazanırlar ve lezyonun altında kalan omurilik segmentlerinde üst

motor nöron kaybının etkileri -örneğin spastisite ve artmış refleksler gibi- ortaya çıkacaktır.

Spinal şokun varlığı anal sfinkter refleksinin test edilmesiyle belirlenir. Refleks, eldivenli bir parmağın anal kanala sokulması, anal sifinkterin kasılması için glans penis (veya glans clitoridis)'in sıkılarak uyarılması ya da daha önce yerleştirilmiş bir foley sondanın nazikçe çekilmesi ile ortaya çıkartılabilir. Anal refleksin yokluğu spinal şokun varlığını gösterir. Medulla spinalis'in sakral segmentlerini tutan bir lezyon sonucu, anal sfinktere giden nn.anales (haemoraidales) inferiores'in kaynak aldığı nöronlar (S 2-4) hasar göreceğinden anal sifinkter refleksi gerçekleşmez.

Destrüktif Medulla Spinalis Sendromları

Spinal şokun ortadan kalkmasını takiben ortaya çıkan nörolojik bozukluklar dikkate alındığında, sıklıkla aşağıdaki şekilde bir sınıflama yapılabilir: (1) tam medulla spinalis kesisi sendromu, (2) ön medulla spinalis sendromu, (3) santral kord (medulla spinalis) sendromu, (4) Brown- Sequard sendromu (veya kordun hemiseksiyonu). Klinik bulgular sıklıkla, alt motor nöron hasarlanması (medulla spinalis hasarlanmasının olduğu düzeyde) ve üst motor nöron hasarlanması (hasar düzeyinin altındaki segmentlerde)'nın bir kombinasyonu şeklinde ortaya çıkar.

Tam Medulla Spinalis Kesisi Sendromu

Medulla spinalis'in tam kesisi sendromu (Şek. 4-31), lezyon düzeyinin aşağısındaki tüm duysal ve istemli hareketlerin tam kaybı ile sonuçlanır. Columna vertebralis'in fraktür dislokasyonu, bir delici alet veya mermi ile yaralanması ya da büyüyen bir tümör buna neden olabilir. Aşağıdaki karakteristik klinik özellikler spinal şokun sona ermesinden *sonra* görülebileceklerdir:

1. Lezyonun segmentinde bilateral alt motor nöron paralizisi ve kas atrofisi. Bu sonuçlar columna anterior'daki nöronların (alt motor nöron) ve muhtemelen aynı segmentin ön köklerinin harabiyetinden kaynaklanır.
2. Lezyon seviyesinin altında bilateral spastik paralizi. Bilateral Babinski bulgusu mevcuttur; ve spinal kord hasarının segment seviyesine bağlı olarak yüzeyel karın ve kremasterik reflekslerde bilateral kayıp oluşur. Bütün bu bulgular kortikospinal yolların medulla spinalis'in her iki tarafında da kesilmiş olmasına bağlıdır. Bilateral spastik paralizi kortikospinal yolların dışındaki inen yolların kesilmesiyle oluşur.
3. Lezyon seviyesinin altındaki bütün duyularda bilateral kayıp. İki nokta ayrımı, titreşim ve propriyoseptif duyuların kaybı funiculus posterior'daki çıkan demetlerin bilateral destrüksiyonuna bağlıdır. Ağrı, ısı ve hafif dokunma duyusu kaybı tractus spinotalamicus anterior ve lateralislerin iki taraflı kesisi nedeni ile oluşur. Bu demetler oblik olarak karşı tarafa geçtiğinden dolayı ısı ve dokunma duyusunun kaybı lezyonun distal olarak iki veya üç segment aşağısında oluşur.
4. Mesane ve barsak fonksiyonları, bütün inen otonom lifler hasara uğradığından, artık istemli olarak kontrol edilemez.

Eğer L2-3 vertebral seviyede tam bir kırık varsa (yetişkinlerde medulla spinalis'in alt sınırının aşağısındaki bir düzey) medulla spinalis yaralanması söz konusu değildir ve sinir hasarı cauda equina, alt motor nöron, otonom ve duysal liflerle sınırlıdır.

Anterior Kord Sendromu

Anterior kord sendromu (Şek. 4-31), vertebral fraktür veya dislokasyon esnasında oluşan kord kontüzyonunda a. spinalis anterior veya onun dallarının yaralanması ile oluşan iskemiden ya da fıtıklaşmış bir intervertebral diskten kaynaklanabilir. Aşağıdaki karakteristik klinik özellikler spinal şokun sona ermesinden *sonra* görülür:

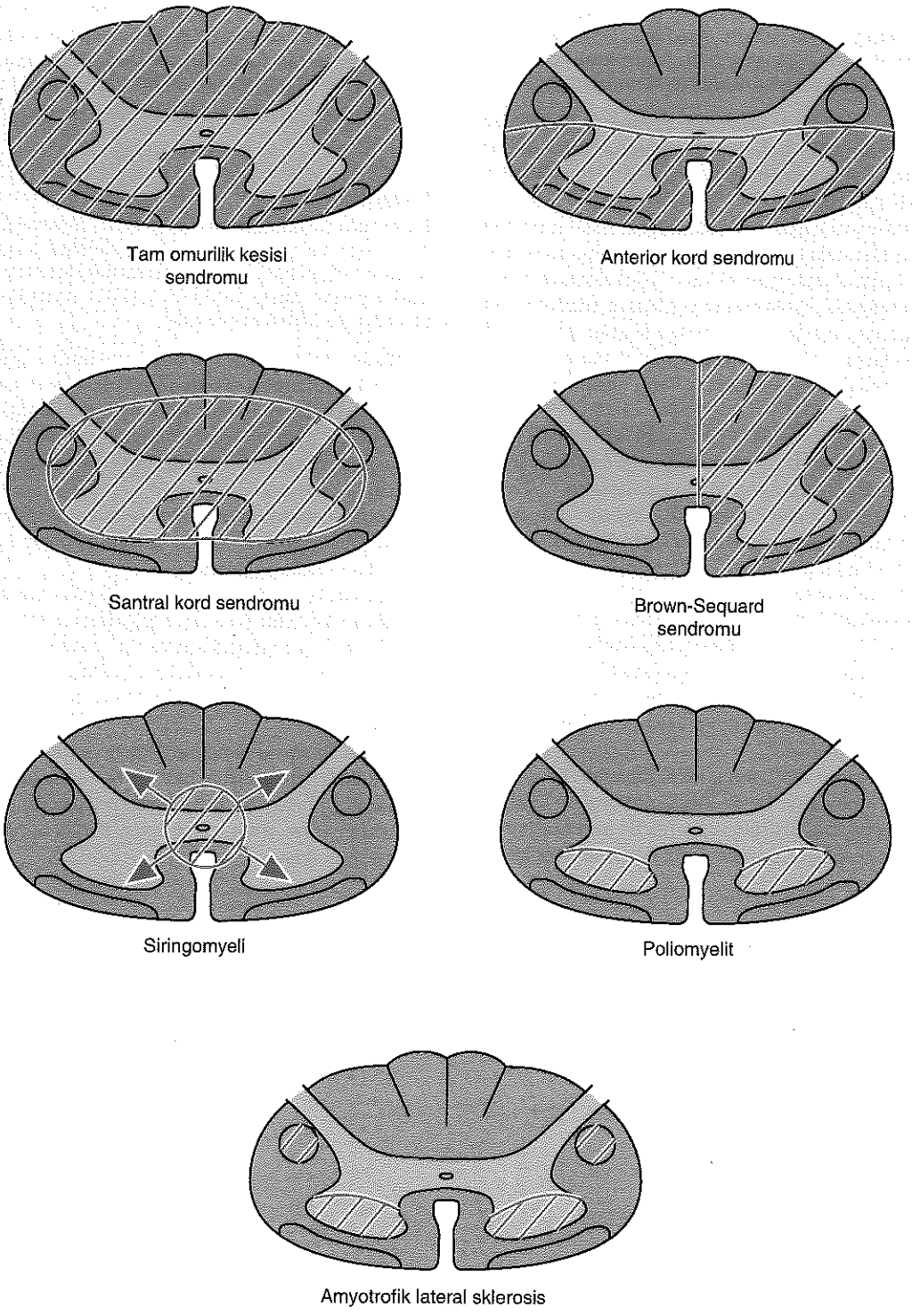
1. Lezyon segmentinde bilateral alt motor nöron paralizisi ve kas atrofisi. Bu columna anterior'daki nöronların (alt motor nöron) ve muhtemelen aynı segmentin ön sinir köklerinin hasarı nedeniyle oluşur.
2. Kordun hasarlı bölgesinin boyutuna bağlı olacak derecede, lezyon seviyesinin altında bilateral spastik paralizi. Bahsi geçen bilateral paralizi kordun her iki tarafında tractus kortikospinalis anterior demetlerinin kesilmesi nedeni ile oluşmaktadır. Bilateral kas spastisitesi ise kortikospinal demetler dışındaki yolların kesilmesiyle oluşur.
3. Lezyon seviyesinin altında bilateral ağrı, ısı ve dokunma duyusu kaybı. Bu bulgular tractus spinothalamicus anterior ve lateralis'in her iki tarafta kesilmesi nedeniyledir.
4. Taktil diskriminasyon, vibrasyon ve propriyoseptif duyular, her iki taraftaki funiculus posterior'lar hasarlanmadığı için korunmuştur.

Santral Kord Sendromu

Bu sendrom, en sık omurganın servikal bölgesinin hiperekstensiyonu nedeniyle oluşur (Şek. 4-31). Medulla spinalis, merkezi bölgesinde hasara neden olacak şekilde, önden corpus vertebra ve arkadan ligamentum flavum'un kıvrılmış hali tarafından sıkıştırılmıştır. Bu yaralanmaların radyografileri fraktür veya dislokasyon oluşmadığından sıklıkla normal olarak görülür. Aşağıdaki karakteristik klinik özellikler spinal şokun sona ermesinden sonra ortaya çıkar:

1. Lezyonun seviyesinde bilateral alt motor nöron paralizisi ve müsküler atrofi. Bu columna anterior'daki nöronların (yani alt motor nöron) ve muhtemelen aynı segmentin sinir köklerinin harabiyeti nedeni ile oluşmaktadır.
2. Lezyon seviyesinde, karakteristik sakral "korunma" ile beraber görülen, bilateral spastik paralizi. Alt ekstremite lifleri, üst ekstremite liflerinden daha az etkilenir; çünkü tractus kortikospinalislerde inen lifler, alt ekstremitelere ait olanlar orta hatta, üst ekstremitelere ait olanlar dışta seyrederek şekilde dizilmişlerdir (Şek. 4-29).
3. Lezyon seviyesinin altında, karakteristik sakral "korunma" ile beraber görülen, bilateral ağrı, ısı ve hafif dokunma duyusu kaybı. Bunun nedeni, tractus spinothalamicus anterior ve lateralis'teki çıkan liflerin, alt ekstremitelere ait olanlar lateralde, üst ekstremitelere ait olanlar iç yanda seyredecek şekilde dizilmiş olmalarıdır. Bu sayede üst ekstremiteye ait lifler hasara karşı daha dayanıklıdır.

Bundan da anlaşıldığı gibi, çoğunlukla üst ekstremiteyi ilgilendiren motor ve duysal demet harabiyeti bulunan, boyunda hiperekstensiyon yaralanması hikayesi olan bir hastanın klinik tablosu kuvvetle santral kord sendromunu hatırlatır. Vücudun alt bölümünün etkilenmemesinin kanıtları şunlardır: (1) perianal duyunun varlığı, (2) iyi anal sifinkter tonusu, ve (3) ayak parmaklarını zayıf olarak hareket ettirme yeteneği. Hasara tek başına spinal kord ödeminin



Şekil 4-31 Medulla spinalis sendromları.

sebep olduğu hastalarda, prognoz sıklıkla çok iyidir. Hafif seyreden bazı santral kord sendromu olgularında, sadece kolun üst bölümünün parestezileri ve bir kısmında ise kol ve el kuvvetsizliği oluşabilmesi saptanan tek bulgudur.

Brown-Sequard Sendromu veya Kordun Yarım Kesisi
Medulla spinalis'in yarım kesisi columna vertebralis'in kırık sonrası dislokasyonlarına neden olan mermi veya delici alet yaralanmaları ya da genişleyen bir tümör nedeniyle oluşabi-

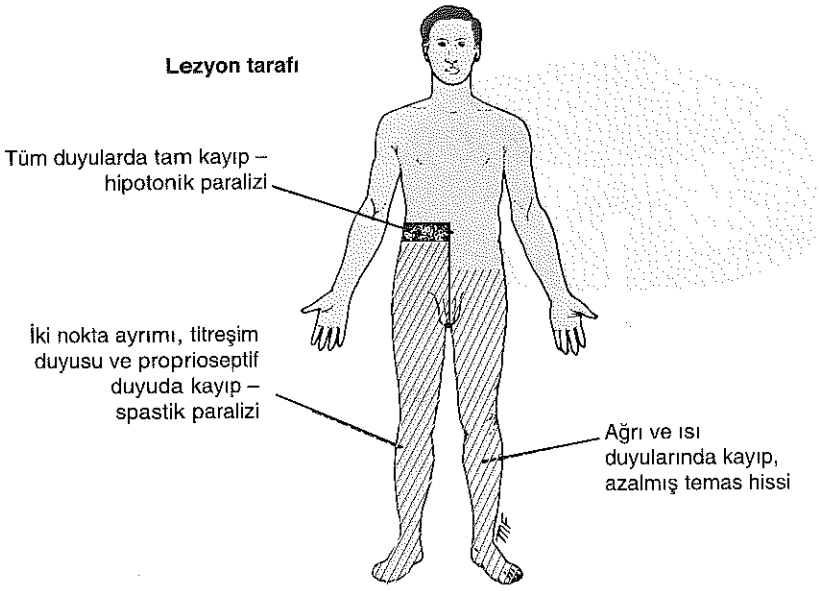
lir (Şek. 4-31). Tam olmayan yarım kesi yaygındır, tam gerçekleşmiş yarım kesi ise nadirdir. Aşağıdaki karakteristik klinik özellikler, medulla spinalisin tam yarım kesisi olan hastalarda spinal şokun sona ermesinden *sonra* görülür:

1. Lezyonun segmentinde ipsilateral alt motor nöron paralizisi ve kas atrofisi. Bu bulgular columna anterior'daki nöronların ve muhtemelen aynı segmentin ön köklerinin harabiyeti sebebiyledir.
2. Lezyon düzeyinin aşağısında ipsilateral spastik paralizi. İpsilateral Babinski bulgusu vardır ve kord hasarının segmentine bağlı olarak, yüzeyel karın reflekslerinde ve kremasterik reflekste ipsilateral kayıp oluşur. Bütün bu bulgular, lezyon tarafındaki tractus kortikospinalis'teki fonksiyon kaybı nedeni ile oluşur. Spastik paralizi, tractus kortikospinalis dışındaki inen yolların kesilmesiyle oluşur.
3. Lezyonun seviyesinde ipsilateral kuşak tarzında cilt anestezisi . Bu, arka kök ve onun lezyon düzeyinde spinal korda girişinin destrüksiyonundan kaynaklanır.
4. Lezyon düzeyinin altında iki nokta ayrımı, titreşim ve propriyoseptif duyuların ipsilateral kaybı. Bu bulgular lezyon tarafından funiculus posterior'daki çıkan yolların harabiyeti nedeniyledir.
5. Lezyon düzeyinin altında, ağrı ve ısı duyularının kontralateral kaybı. Bu, lezyon tarafında çapraz yapmış tractus spinothalamicus lateralis'in harabiyetine bağlıdır. Traktuslar oblik olarak karşı tarafa geçtiğinden dolayı duyu kaybı lezyonun distal olarak iki veya üç segment aşağısında oluşur.
6. Lezyon düzeyinin aşağısında, taktil duyunun kontralateral fakat tam olmayan kaybı. Bu durum, lezyon tarafında çapraz yapmış tractus spinothalamicus anterior harabiyeti nedeni ile oluşur. Burada, yine, demetlerin oblik olarak karşı tarafa geçmesinden dolayı, duysal bozukluk lezyonun distal olarak iki veya üç segment altında oluşur. Kontralateral funiculus posterior'da çıkan demetler içinde seyreden diskriminatif duyu sağlam kaldığından, taktil duyunun kontralateral kaybı tam değildir.

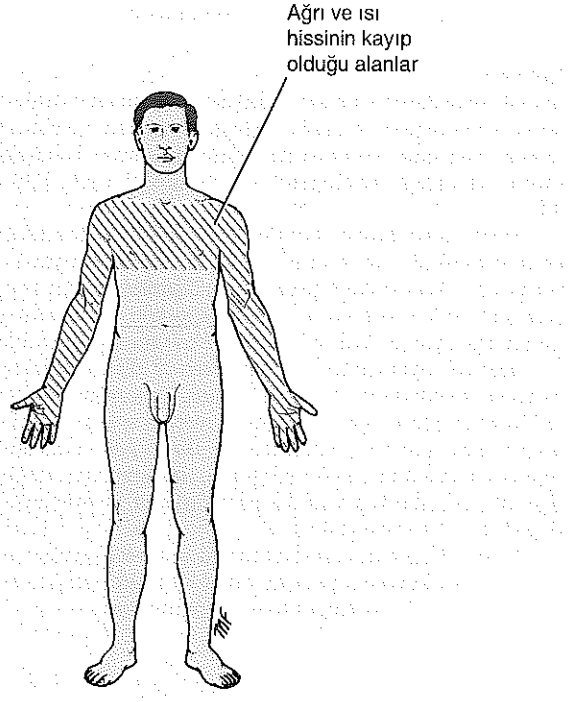
Siringomyeli

Bu durum canalis centralis'in gelişim anomalisi olup, en sık beyin sapı ve medulla spinalis'in servikal bölgesini etkiler. Lezyon bölgesinde, beyin ve omuriliğin merkezi bölümünde kavitasyon ve gliosis vardır (Şek. 4-33). Aşağıdaki karakteristik bulgu ve belirtiler bulunur:

1. Etkilenen medulla spinalis segmentine göre, vücudun her iki tarafındaki dermatomlarda ağrı ve ısı duyusunun kaybı. Bu kayıp tractus spinothalamicus lateralis'in commissura alba ve grisea'sında orta hattan karşı tarafa geçerken kesilmesi nedeniyle genellikle şal şeklinde dağılım gösterir.
2. Taktil diskriminasyon, vibrasyon ve propriyoseptif duyu normaldir. Bunun nedeni funiculus posterior'daki çıkan yolların etkilenmemesidir.
3. Elin küçük kaslarında alt motor nöron kusuru vardır. Bu bilateral olabilir veya bir el diğerinden daha önce tutulabilir. Lezyon alt servikal ve üst torakal bölgeye yayıldığında, bu segmentlerin ön boynuz hücrelerini harap eder. Sonunda elin diğer kasları ve omuz kemeri atrofiye uğrar.
4. Pozitif Babinski yanıtının varlığı ve artmış derin tendon refleksleriyle birlikte her iki bacakta bilateral spastik paralizi oluşur. Bu bulgular, lezyonun dışa doğru beyaz cevher içine, inen yolları içine almak suretiyle, genişlemesiyle oluşur.



Şekil 4-32 Medulla spinalis'in sağ tarafında 10. torakal seviyede Brown-Sequard sendromu.



Şekil 4-33 Siringomyeli'de ağrı ve ısı hissinin kayıp olduğu deri alanları.

5. Horner sendromu bulunabilir. Bunun nedeni lezyonun yayılmasıyla funiculus lateralis'te tractus reticulospinalis'ler arasında inen otonom liflerin kesilmesidir

Poliomyelit

Poliomiyelit, spinal kordun columna anterior'undaki nöronların ve kranial sinirlerin motor nükleuslarının akut viral bir enfeksiyonudur (Şek. 4-31). İmmunizasyon, bir zamanlar korkulan bir hastalık olan poliomiyelit insidansını büyük ölçüde düşürmüştür. Motor sinir hücrelerinin ölümünü takiben, paralizi ve kasların kullanılamaması söz konusudur. Alt ekstremite kasları üst ekstremite kaslarından daha sık etkilenir. Ağır seyirli poliomiyelitte, solunum, paralizinin mm. intercostales ve diaphragma'ya yayılması nedeniyle tehdit altında olabilir. Yüz, farinks, larinks ve dil kasları da paralize olabilir. Genellikle ilk haftanın sonunda, etkilenen alandaki ödemin çözülmesi ile düzelme görülür ve harabiyete uğramayan nöronlarda fonksiyonların geri dönmesi şeklinde başlar.

Multipl Skleroşis

Multipl skleroz (MS), merkezi sinir sistemine sınırlı, inen ve çıkan yolların demiyelinizasyonunun sebep olduğu sık rastlanan bir hastalıktır. Genç erişkinlerin hastalığıdır; ve nedeni bilinmemektedir. Otoimmunite, enfeksiyonlar, heredite, tek başına ya da birlikte, etiyolojide rol oynayabilir. Genetik olarak duyarlı kişilerde, kan-beyin bariyerinin bütünlüğündeki bozukluğun hastalığın sebebi olduğu öne sürülmüştür. Bu durum, bir enfeksiyonu takiben, normal şartlar altında immunolojik olarak korunma altında olan merkezi sinir sistemine, lökositlerin toplu olarak girmesine sebep olabilir. Myelin kılıfın kaybına neden olan enflamasyon ve demyelinasyon, aksonlar etrafındaki yalıtımı bozar ve aksiyon potansiyelinin hızının azalmasına, nihai olarak kesilmesine sebebiyet verir. Myelin, lipidden (%70-80) zengin olsa da, myelin yapısında proteinler de bulunmaktadır. Merkezi sinir sistemindeki myelinin protein yapıtaşlarının, periferik sinir sistemindeki proteinlerden farklı olduğu saptanmıştır. Deneysel olarak, hayvan deneklere zerkedilen temel protein yapı taşlarının güçlü immun cevap oluşturduğu ve demyelinasyon yaptığı gösterilmiştir. Myelin proteinin yapısında mutasyonların olabileceği ve bunların demyelinasyonun ırsi geçisine neden olabileceği düşünülmüştür. Aynı şekilde, multip skleroşis fizyopatolojisinde otoantijenlerin de rol oynuyor olması mümkündür.

Multipl skleroz alevlenme ve remisyonlarla birlikte kronik bir seyir izler. Beyin ve omuriliğin değişik düzeylerindeki değişik yolların yaygın olarak tutulması nedeniyle, bulgu ve belirtiler çok yönlüdür; fakat bunlar hastalığın remisyonlara girdiği de görülmektedir. Ekstremitelerin güçsüzlüğü hastalığın en yaygın bulgusudur. Ataksi, serebellar yolların tutulumu nedeniyle oluşur; fakat spastik paralizi olmayabilir.

Güncel çalışmalar ışığında; multipl sklerosiste remisyonların, demyeline olmuş aksonal plasma membranının remodellingi sayesinde, normalden daha yüksek sayıda sodyum kanallarına sahip olarak, myelin kaybına rağmen aksiyon potansiyelinin oluşumuna imkan sağlanması sayesinde olduğu ortaya atılmıştır.

Hastalığın remisyona girmeyen, progresyonlarla seyreden formuna sahip hastalarda, myelin hasarına ek olarak aksonlarda da yapısal hasar olduğu gösterilmiştir. Bu durumda, multipl sklerosisin sadece bir demyelinasyon hastalığı değil, aynı zamanda bir aksonal patoloji olduğundan bahsetmek gerekmektedir.

Amyotrofik Lateral Skleroşis

Amiyotrofik lateral skleroz (Lou Gehrig Hastalığı), tractus kortikospinalis ve medulla spinalis'in columna anterior'undaki motor nöronları tutan bir hastalıktır (Şek 4-31). Nadiren aileseldir ve hastaların yaklaşık %10'unda herediterdir. Amyotrofik lateral skleroz, nedeni bilinmeyen kronik progresif bir hastalıktır. Tipik olarak, orta yaşların sonunda başlar; ve 2 ile 6 yıl içinde ölüm kaçınılmazdır. Progresif müsküler atrofi, parezi ve fasikülasyon gibi alt motor nöron bulguları, parezi, spastisite ve Babinski cevabı gibi olan üst motor nöron bulgu ve belirtilerine baskın çıkar. Bazı kranial sinirlerin motor nükleusları da tutulabilir.

Parkinson Hastalığı

Parkinson hastalığı, substantia nigra ve daha az derecede globus pallidus, putamen ve nucleus caudatus'daki nöronal dejenerasyon ile ilişkilidir. İnhibitör nigrostriat liflerin dejenerasyonu corpus striatum'a dopamin serbestleşmesinin azalmasıyla sonuçlanır. Bu aşırı aktif olan corpus striatum'daki postsinaptik nöronlarda dopamin reseptörlerinin aşırı duyarlılığına yol açar. Bu hastalığın karakteristik bulguları tremor, dişli çark rijiditesi (hiperkinetik aktivite) ve istemli hareketlerin zorlukla başlatılmasıdır (hipokinetik aktivite). (Ayrıntı için bkz. s.322)

Pernisiyöz Anemi

Bir megaloblastik anemi türü olan pernisiyöz anemi, vitamin B12 eksikliği nedeniyle oluşmaktadır. Bu hastalık, medulla spinalis'in columna lateralis ve posterior'una ciddi miktarda hasar verebildiği gibi, periferik sinirlerde de dejenerasyona neden olur. Medulla spinalis'in inen ve çıkan yollarının tutu-

lumuna bağlı olarak, geniş duyusal ve motor kayıplar yaşanabilir.

Columna Vertebralis'in Radyolojik Görüntülemesi

Radyografilerde anteroposterior, lateral ve oblik görüntüler sık kullanılır. Tüberküloza, ya da vertebranın birincil veya ikincil tümörlerine, ya da travmaya bağlı fraktürler radyografilerle ortaya koyulabilir. Foramen intervertebrale'deki bir tümöre bağlı pedikül erozyonu görülebilir. Komşu vertebralarda, osteoartroza bağlı değişikliklere bağlı oluşan kemik çıkıntılar nedeniyle görülen corpus vertebralar arasındaki mesafenin daralması da görülebilir.

Bilgisayarlı Tomografi ve Manyetik Rezonans Columna Vertebralis ve Medulla Spinalis'in Görüntülemesi

Vertebraların ve eklemlerin BT görüntülemeleri elde edilebilir (Şek. 4-34). Discus intervertebralis'in protrüzyon şeklinde fıtıklaşması tanımlanabilir ve canalis vertebralis'in daralması (spinal stenosis) ortaya koyulabilir.

Sagittal MR, BT ve myelografinin hızla yerini alarak kullanım alanı bulmaktadır. Vertebranın bölümleri, discus intervertebralis, ligamentum longitudinale posterius ve meninge-al kese (**tekal kese**) kolaylıkla tanımlanabilir (Şek 4-35).

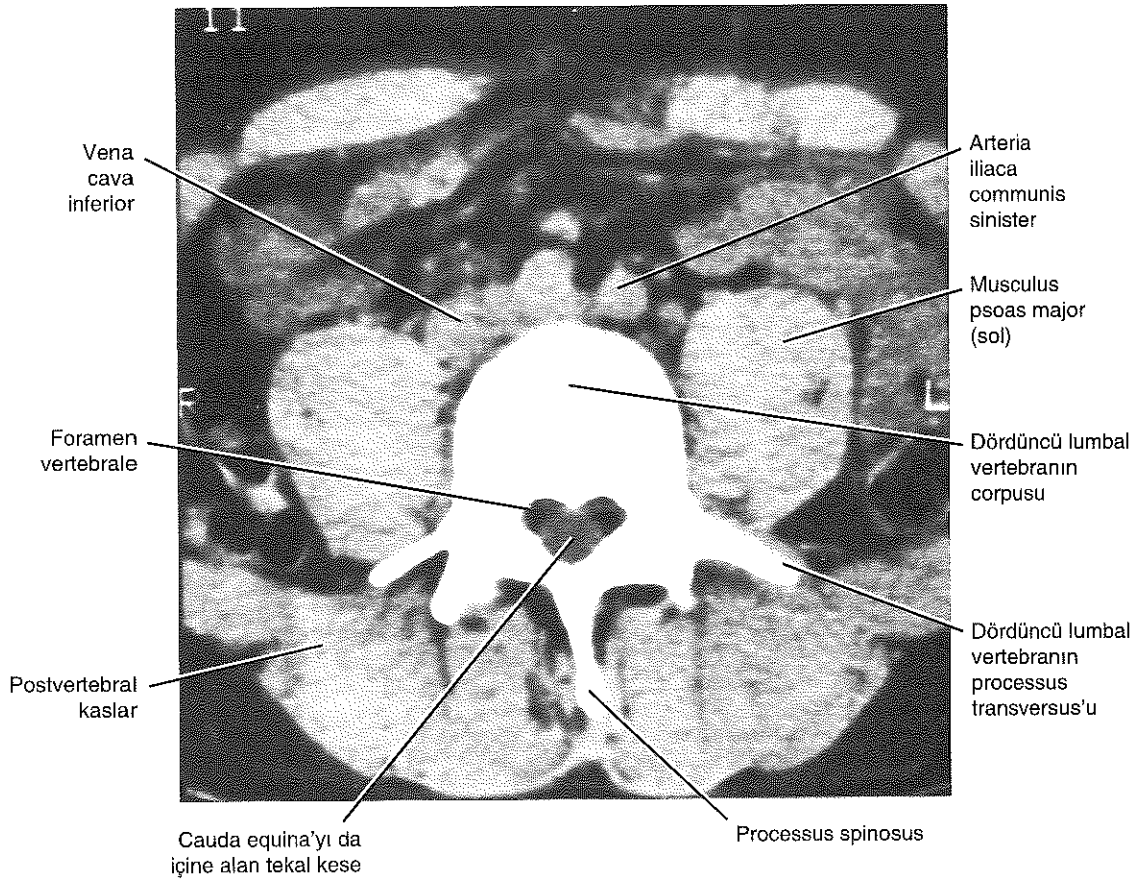
Myelografi

Spinal seviyelerden subaraknoid alana kontrast madde verilerek subaraknoid mesafe radyolojik olarak incelenebilir. Iyonize yağ bazlı kontrast maddeler başarıyla kullanılagelmiştir. Bu tekniğe **myelografi** ismi verilmiştir (Şek. 4-36 ve 4-37).

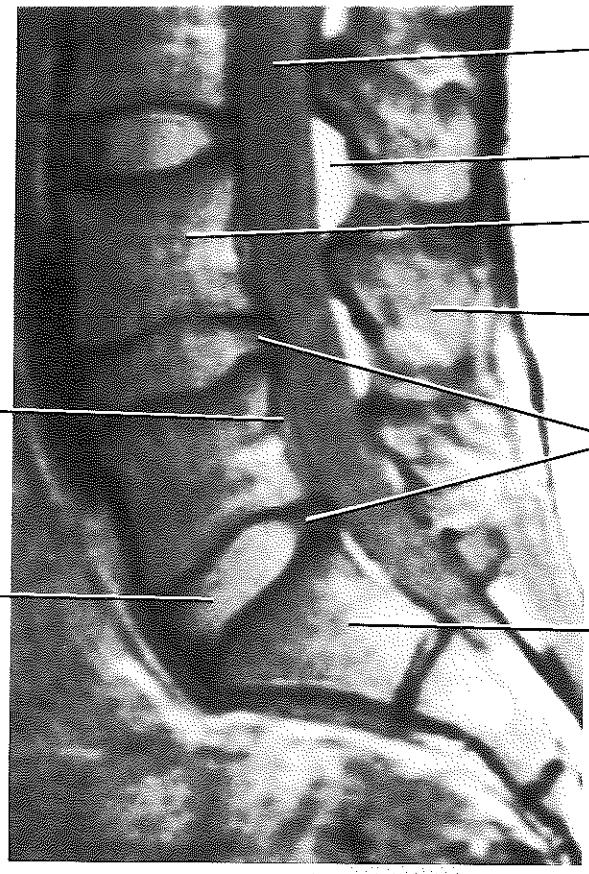
Hasta oturur pozisyondaysa, yağ içerikli madde subaraknoid mesafenin alt seviyesi olan 2. sakral seviyeye iner. Hasta açısı horizontal düzlemde değiştirilebilen bir masaya yerleştirilerek, columna vertebralis içindeki yağ içerikli maddenin daha yukarıdaki seviyelere yükselmesi sağlanabilir.

Normal myelogramda intervertebral disk seviyelerinde düzgün aralıklarla yana doğru noktasal çıkıntılar görülecektir. Bunun nedeni, opak maddenin nervus spinalis'lerin yana doğru çıkış yerlerini doldurmasıdır. Bir tümor ya da prolabe olmuş intervertebral disk varlığında, hastanın açısı değiştirildiğinde yağ içerikli maddenin tıkanıklık seviyesinde yer değiştirmesi kısıtlanacaktır.

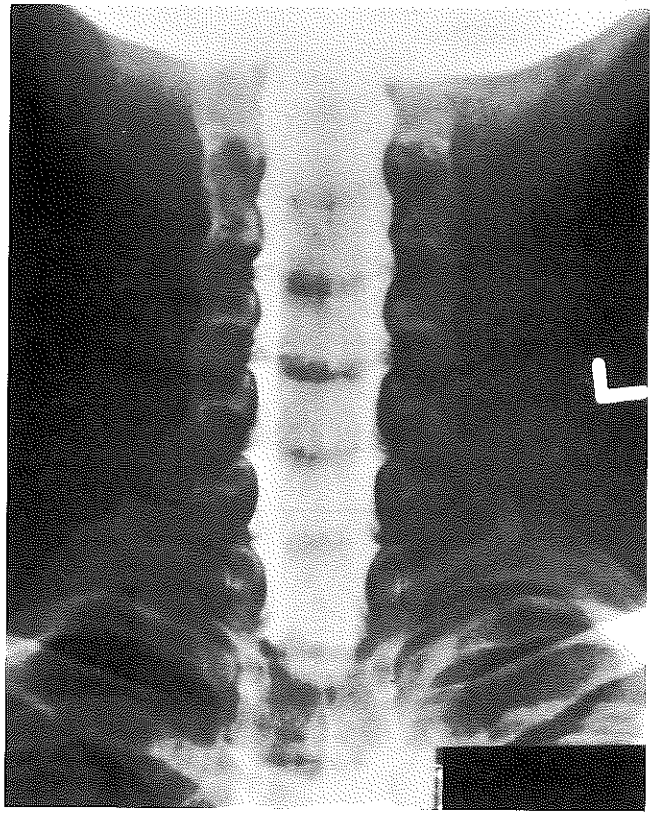
BT ve MR görüntülemelerindeki teknolojik gelişmelerin ışığında, tanı koyma amacıyla, myelografi gibi girişimsel tekniklere günümüzde sıkça başvurulmamaktadır.



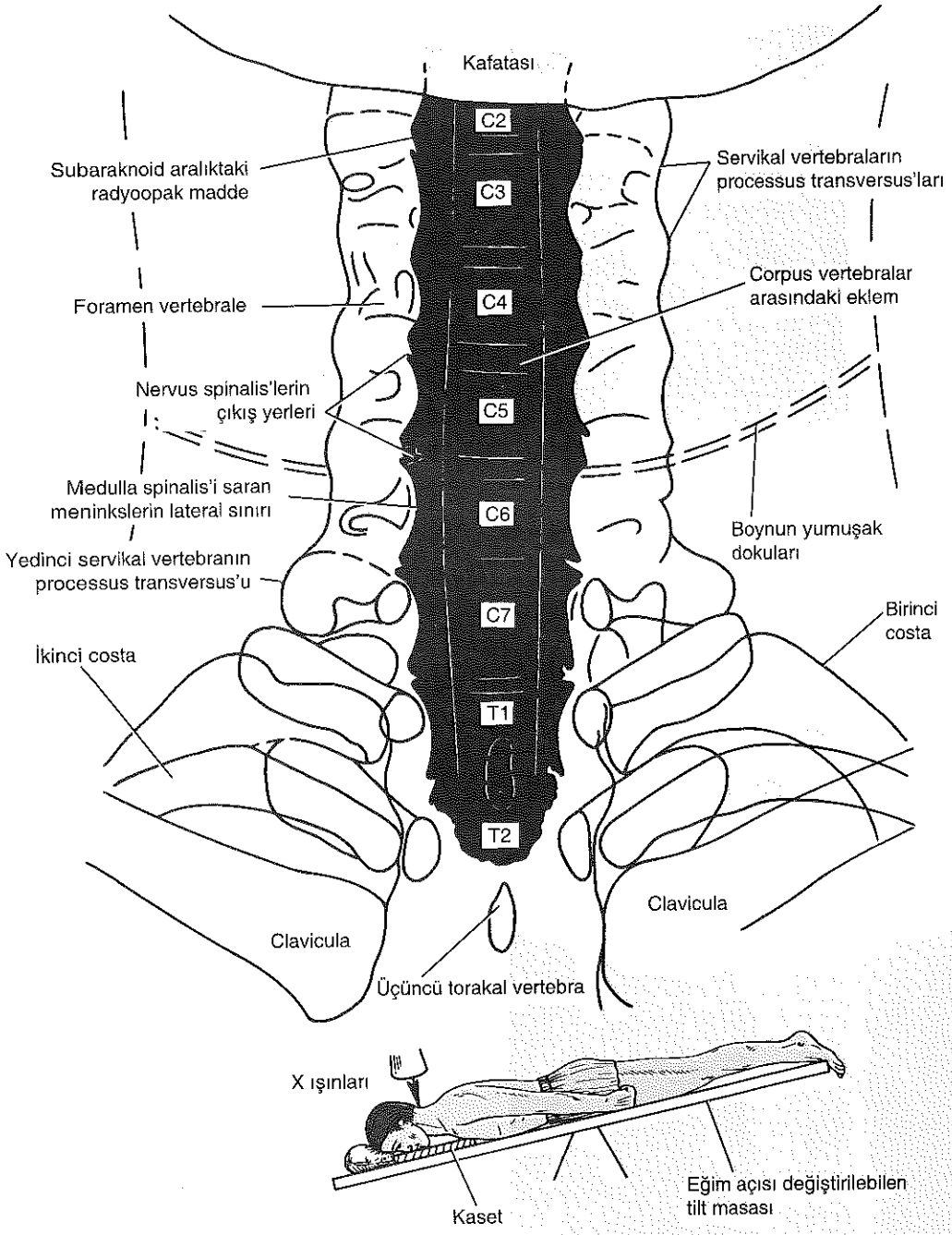
Şekil 4-34 Dördüncü lumbal vertebranın aksiyel planda BT görüntülemesi.



Şekil 4-35 Columna vertebralis'in lumbosakral kısmını gösteren MR görüntülemesi. Fıtıklaşmış discus intervertebralis görülmektedir (Dr. Pait'in izniyle).



Şekil 4-36 22 yaşındaki kadın hastanın servikal bölgesinin posteroanterior myelogramı.



Şekil 4-37 Şekil 4-36'da gösterilen myelogramın şematize edilerek açıklaması.

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ

1. 53 yaşında erkek, sağ omuzunda ve sağ kolunun üst kısmında yanıcı tarzda ağrı şikayetleri ile hastaneye başvurdu. Hasta, ağrının 3 hafta önce başladığını ve başlangıcından beri giderek şiddetlenmekte olduğunu tariflemektedir. Ağrının, boyun hareketleri ve öksürmekle arttığı bildirmektedir. Hasta 2 yıl önce columna vertebralis osteoartriti sebebiyle tedavi görmüş. Hasta üniversite yıllarında Amerikan futbolu oynadığını ve 42 yaşına kadar aktif olarak bu spora devam ettiğini belirtmektedir. Fizik muayenede, sağ tarafta musculus deltoideus ve musculus biceps brachii'de güçsüzlük, kas erimesi, fasikülasyon saptandı. Sağ biseps tendon refleksinde azalma vardı. Radyololojik incelemede, dördüncü, beşinci, ve altıncı vertebra gövdelerinde ciddi boyutta kemik çıkıntılarının oluştuğu görüldü. Hasta sağ tarafta deltoidin alt kısmında ve kolun alt kısmının lateralinde hiperestezi ve kısmı analjezi tariflemektedir. Nöroanatomi bilginizi kullanarak tanı koyunuz. Ağrı nasıl yayılmaktadır? Ağrı öksürmekle neden şiddetlenmektedir?
2. 66 yaşında bayan hasta ilerleyici yürüme güçlüğü şikayeti ile hastaneye başvurdu. Başvurudan iki hafta önce baston ile yürüyebilmekteymiş. O zamandan bu yana, yürümek giderek güçleşmiş ve son 2 gündür hiç yürüyememekteymiş. İdrar ve gaita kontrolünün tam olduğu bildirilmektedir. Muayenede, el ile tutuşun iki tarafta da zayıf olduğu; fakat üst ekstremitelerin proksimal segmentlerinde kuvvet normal olarak saptandı. Üst ekstremitelerin tendon refleksleri ve his duyusu normal bulundu. Alt ekstremitelerde, solda belirgin olmak üzere, iki tarafta da kas gücünde azalma ve kas tonusunda artış saptandı. Patellar ve Aşil tendon reflekslerinde bilateral belirgin artış saptandı ve plantar cevabın ekstensör olduğu görüldü. Hastanın iki tarafında da, 5. torakal dermatomun seviyesinin altında his kusuru saptandı. Derin duyu hissi iki ayak başparmağında da kayıptı; ve titreşim duyusu 5. torakal segmentin altında saptanamadı. MR'ın da dahil olduğu radyolojik görüntülemelerde, columna vertebralis'te anormal görünüm saptanmadı. Lumbal seviyeden yapılan myelogram, dördüncü torakal segmentte tam tıkanıklık saptadı. Nöroanatomi bilginizi kullanarak, uygun bir tanı ortaya koyunuz. Medulla spinalis içinde ağrı hissinin iletilmesinden sorumlu yolların isimlerini belirtiniz. Derin duyu hissini ve titreşim hissini medulla spinalis'ten beyne ileten yolların isimlerini belirtiniz. Hastanın ilerleyici yürüme güçlüğünün sebebini belirtiniz. Hastanın alt ekstremitelerindeki derin tendon reflekslerindeki şiddetlenmenin ve plantar refleksinin ekstensör olmasının nedenini belirtiniz.
3. 20 yaşında erkek öğrenci, geçtiği sınavların ardından birkaç bira içtiği bir kutlamaya katılmış. Parti sonrası eve dönerken, kendi sürdüğü arabayı köprü ayağına önden çarpmak suretiyle kaza yapmıştır. Acil servisteki muayenesinde, ciddi hasara tekabül eden belirti ve bulguların eşlik ettiği, dokuzuncu vertebranın kırığıyla beraber dislokasyonu saptanmıştır. Fizik muayenede, sol bacakta üst motor nöron paralizisi olduğu görülmüştür. Aynı zamanda sol bacakta derin duyu kaybı da eşlik etmektedir. Göğsün sol tarafında, göbek hizasında hiperestezi mevcut iken; bunun hemen altında ince bir bant halinde analjezi ve anestezi saptanmıştır. Sağ tarafta ise, göbek seviyesinin altından başlayıp tüm sağ bacağı içine alacak şekilde, tam analjezi, tam termoanestezi ve taktil duyuda kısmi kayıp bulundu. Nöroanatomi bilginizi kullanarak, medulla spinalis'in hasar gördüğü seviyeyi belirtiniz. Medulla spinalis tam kesiye mi uğramıştır? Eğer tam kesi söz konusu değilse, hangi tarafta yarımkesiden sözetmek mümkündür? Muayenede saptanan his kusurlarını anlatınız.
4. 35 yaşında bir kadın hasta inceleme amacıyla hastaneye kabul edildi. Sol elin medial tarafında, 6 aydır devam eden, analjezi ve termoanestezi semptomları vardı. Başvurudan 3 hafta önce sol elinin 5. parmağında ciddi düzeyde yanık anamnezi mevcuttu. Bu olay esnasında hasta, yanan derinin kokusunu soluyana kadar, parmağının yandığının farkında olmadığını belirtmekteydi. Fizik muayenede, sol elde sekizinci servikal ve birinci torakal dermatomlara uyan alanlarda tama yakın ağrı duyusunda ve ısı hissinde azalma saptandı. Diğer taraftan, bu alanlarda iki nokta ayrımı tamamen normaldi. Sağ kolun muayenesinde ise, aynı alanlarda, benzer fakat daha az şiddette duyu kaybı bulundu. Belirtilenlerden başka anormal bulgu saptanmadı. Nöroanatomi bilginizi kullanarak, hangi yol/yolların patolojik sürece katıldığını saptayınız. Hastanın tanısını belirtiniz.
5. 60 yaşında erkek hasta, nöroloji kliniğine, hekimin dikkatini çekecek bir yürüme şekliyle başvurdu. Hasta adım atarken ayağını gereksiz derecede yerden kaldırmaktaydı ve ayağını yere vururcasına basmaktaydı. Sıra beklerken ayaklarını genişçe birbirinden ayırarak ayakta beklemesi dikkat çekiciydi. Sorgulandığında, hastanın giderek daha güçlükle yürüdüğü ve özellikle karanlıkta yürümek için bastona ihtiyaç duyduğu öğrenildi. Ayaklarını bir araya getirdikten sonra gözlerini kapatması istendiğinde, hemen dengesini kaybederek sallanmaya başladığı, ayakta durmak için yardıma ihtiyaç duyduğu görüldü. Diğer incelemelerde, iki bacakta da derinduyu kaybı olduğu ve medial malleolden bakılan vibrasyon duyusunun hissedilemediği görüldü. Başka duyu kaybı saptanmadı. Nöroanatomi bilginizi kullanarak, hastalık sonucu hangi çıkan yolların etkilendiğini belirtiniz. Bu bulgulardan sorumlu olabilecek hastalığın adını belirtiniz.

6. 68 yaşında erkek hastada, ameliyata uygun olmayacak derecede ilerlemiş prostat adenokarsinomu, ayrıca kalça kemiklerinde ve lumbal vertebralarda birden çok sayıda metastazlar vardır. Önüne geçilemeyen ağrılar bir tarafa bırakılırsa, hasta hala yaşamdan tat alabilmektedir. Hastanın kendisi ve eşi ile hastalığın prognozu tüm ayrıntılarıyla konuşulunca, hastanın eşi hekime "Bu korkunç ağrıyı durdurup, kocamın en azından huzur içinde ölmesini sağlayamaz mısınız?" sorusunu yöneltti. Bu durumdaki bir hastaya hekim ne tür bir müdahalede bulunabilir?
7. Üçüncü sınıfa devam eden bir tıp fakültesi öğrencisi, travmanın columna vertebralis'e etkisi konusunu ele alan bir derse katılmıştır. Ortopedik cerrah, medulla spinalis hasarını takiben ortaya çıkabilecek nörolojik tabloları yüzeysel olarak anlatmıştır. Dersin sonunda, öğrenci *spinal şok* terimiyle ne anlatılmak istendiğini anlamadığını belirtmiştir. Ek olarak, cerrahtan ekstansiyonda parapleji ve fleksiyonda parapleji terimlerini açıklamasını istemiştir. Sizce cerrah, neden bazen bu iki durumun birbiri ile karıştırılabileceğini açıklayabilecek midir? Bu sorular doğru yöneltilmiş sorulardır. Sorulara siz cevap veriniz.
8. Serebrovasküler olay sonrası sağ tarafında hemipleji gelişen bir hastayı muayene ederken, hekim öğrenciye hangi bulguların tractus corticospinalis hasarı nedeniyle, hangi bulguların diğer inen yollar nedeniyle oluşmuş olabileceğini sormuştur. Nöroanatomi bilginizi kullanarak bu soruya cevap veriniz.
9. Çok sayıda yolcuyu taşıyan sivil bir uçağın havalanması, pistte kalkış öncesi hız kazanırken üç tekerleğinin patlaması nedeniyle gerçekleşememiş; ve pilot mucizevi bir şekilde uçağı durdurabilmiştir. Uçakta yaralanan tek kişi, muhtemel bir medulla spinalis hasarı nedeniyle acil servise getirilen bir hostestir. 25 yaşındaki hasta, kemerinin bağlı olduğunu fakat olay anında şiddetli bir şekilde ileri fırladığını belirtmektedir. Hasta bacaklarını hissetmediğini, ve bacaklarını oynatamadığını belirtmektedir. Muayenede, inguinal ligament seviyesi altında tam motor ve his kaybı olduğu ve iki bacakta da derin tendon refleksleri saptanamamıştır. On iki saat sonra, sol tarafta ayakbaşparmağını ve ayak bileğini kıpırdatabildiği, sağ bacağında ise iki nokta ayrımı, titreşim duyusu ve derinduyu hissi dışındaki his duyusunun geri kazanıldığı gözlenmiştir. Sağ bacakta inguinal ligament seviyesinde bant tarzında tam anestezi mevcuttu. Sol bacağında ise total analjezi, termoanestezi ve temas duyusunda kısmi kayıp saptandı. Sağ bacağı tamamen paralitikti ve kaslar spastikti. Sağ tarafta Babinski cevabı alınmaktaydı ve yine sağ tarafta ayak bileğinde klonus saptanmaktaydı. Sağ dizde kasılma artmıştı. Nöroanatomi bilginizi kullanarak, hastadaki belirti ve bulguları açıklayınız. Hangi vertebra hasar görmüştür.
10. Columna vertebralis'te kırık ya da dislokasyondan şüphelenilen bir hastayı yerinden kıpırdatmak neden tehlikelidir?
11. 18 yaşındaki erkek hasta, ciddi bir trafik kazasının ardından hastaneye başvurmuştur. Nörolojik yönden tam bir muayeneden sonra, ailesine geri kalan ömrü boyunca vücudunun bel bölgesinden aşağıda kalan kısımlarının paralitik kalacağı söylenmiştir. Nörolog, hastayı gelişebilecek tıbbi komplikasyonlardan korumanın önemi konusunda ilgili tıbbi personeli uyarmıştır. Sık karşılaşılan komplikasyonlar şunlardır: a) idrar yolu enfeksiyonları; b) bası yaraları; c) beslenme bozuklukları; d) kas kasılmaları; e) ağrı. Nöroanatomi bilginizi kullanarak, bu komplikasyonların altında yatan sebepleri belirtiniz. Bahsi geçen hastanın prognozu için sağlıklı bilgi, kazadan kaç saat sonra verilebilir?
12. 67 yaşında erkek hasta, sağ kolunda tremor saptanması üzerine kızı tarafından nöroloji polikliniğine getirilmiştir. Bu şikayetin 6 ay önce başlayarak giderek şiddetlendiği öğrenildi. Hasta sorgulandığında, kol ve bacak kaslarında ara ara sertleşmeler hissettiğini fakat bunu ilerleyen yaşına bağladığını belirtti. Hastanın konuşma boyunca nadiren –o zaman da güçlükle- gülümsediği fark edildi. Ek olarak hastanın sıklıkla gözlerini kırptığı fark edildi. Hasta alçak ve halsiz bir tonda konuşma eğilimindeydi. Yürümesi istendiğinde hasta normal duruş ve dengeye sahip olduğu fakat sağ kolunu dirsek ekleminden büktüğü görüldü. Oturur pozisyonda ise, sağ el parmaklarının sıra ile kasılma – gevşeme hali içinde olduğu ve el bileği ve dirsek ekleminin içine katıldığı tremor fark edildi. Tremorun dinlenme halinde daha şiddetli olduğu görüldü. Sağ elinde bir kitabı tutması istendiğinde, tremorun bir anlığına durduğu; fakat kitabı masanın üstüne koyar koymaz tekrar başladığı görüldü. Kızı, babası uyur uyumaz tremorun kaybolduğunu belirtti. Muayenede, sağ dirsek ve el bileği hareketlerinin pasif hareketlerinde tonus artışı olduğu ve dişli çark belirtisinin hafif belirgin olduğu saptandı. Ciltte ya da derin duyuda his kaybı yoktu ve refleksler normaldi. Nöroanatomi bilginizi kullanarak tanı koyunuz. Beynin hangi bölümleri hastalık tarafından tutulmuştur?
13. Santral sinir sisteminde, belirtilen bulgulardan sorumlu olabilecek merkezleri belirtiniz. a) istemli tremor; b) atetoz; c) kore; d) distoni ve e) hemiballismus.

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ YANITLARI VE AÇIKLAMALARI

1. Bu hastanın tanısı, columna vertebralisteki osteoartrite bağlı dejeneratif durumların genel bir ismi olan spondilosistir. Servikal bölgedeki osteofitlerin büyüyerek, beşinci ve altıncı spinal sinirlerin köklerine önden ve arkadan bası yapmaktadır. Tekrarlayıcı travma ve ilerleyen yaşın sonucu olarak dördüncü, beşinci ve

altıncı vertebraların eklem yüzeylerinde dejeneratif değişiklikler meydana gelmiştir. Yaygın kemik spur oluşumu, foramen intervertebralelerde daralmaya sebep olarak, sinir köklerine bası yapmaktadır. Yanıcı tarzda ağrı, hiperestezi ve kısmi analjezi arka köklere olan bası nedeniyle; güçsüzlük, kas kütlesinde azalma, musculus deltoideus ve musculus biceps brachii'deki fasikülasyonlar ön köklere olan bası nedeniyle görülmektedir. Boynun hareketleriyle bulguların şiddetlenmesi muhtemelen sinir kökleri üzerine daha da baskı oluşmasına bağlı gelişmektedir. Öksürme ve aksırmak da vertebral kanaldaki basıncı arttırarak sinir kökleri üzerindeki basıyı arttırmaktadır.

2. Hasta, torakal üçüncü, dördüncü ve beşinci vertebralara laminektomi yapılması yoluyla ameliyat edildi. Dördüncü torakal vertebra seviyesinde medulla spinalis'in arka yüzeyinde ufak bir alanda, dura matere ilişik olan, şişlik saptandı. Histolojik inceleme ile bu oluşumun bir meningioma olduğu anlaşıldı. Tümör kolayca çıkarıldı ve hastanın ameliyatı sorunsuz geçti. Ameliyat sonrası hastanın alt ekstremitelerinde, bastonsuz yürüyebilecek kadar, güç kazanımı oldu. Bu hastada hızlı bir şekilde tanının koyulmasının önemi ortaya çıkmaktadır; çünkü iyi huylu ekstra medüller kitleler tamamen tedavi edilebilirdirler. Medulla spinalis'te ağrının üst merkezlere taşınmasından tractus spinothalamicus lateralis sorumludur. Bu yollar, medulla spinalis'in funiculus lateralis'inde yerleşmektedirler (bkz. s.144). Derin duyu hissi ve titreşim hissi, üst ekstremitelerden ve gövdenin üst kısmından fasciculus cuneatus ile, alt ekstremite ve gövdenin alt kısmından ise fasciculus gracilis ile funiculus posterior içinde, medulla spinalis'te yukarı doğru iletilmektedir. Yürüme güçlüğü funiculus lateralis'teki tractus corticospinalis'e olan bası nedeniyle oluşmuştu. Alt ekstremitelerdeki derin tendon reflekslerinde artış ve iki taraflı ekstensör plantar refleks cevabı, tümör seviyesinde medulla spinalis'in inen yollarına olan bası nedeniyle gerçekleşmekteydi. Bu aynı zamanda alt ekstremite kaslarında spastisiteye neden olmaktaydı.
3. Dokuzuncu torakal vertebranın kırıkla beraber seyreden dislokasyonu medulla spinalis'in 10. torakal segmentine ciddi hasar verecektir. İki tarafta eşit olmayan his ve motor kusurlar, sol tarafta yarım kesiyi işaret etmektedir. Sol taraftaki dar bir bant tarzında hiperestezi, medulla spinalis'in hemen lezyon seviyesinin üzerindeki irritasyonuna bağlıdır. Anestezi ve analjezi bandı ise medulla spinalis'in 10. torakal vertebra seviyesinde sol tarafta tamamen hasar görmüş olmasına bağlıdır; çıkan yollar tamamıyla kesilmiştir. Sağ tarafta umbilikus seviyesi altında ağrı, ısı hissi ve hafif temas hissindeki kayıpların nedeni sol tarafta tractus spinotalamicus anterior ve lateralis'lerin kesilmesine bağlıdır.
4. Hasta siringomyelinin erken dönem belirti ve bulgularını göstermektedir. Gliosis ve kavite oluşumu sonucu, sekizinci servikal ve birinci torakal seviyelerde commissura alba ve substantia gelationosa centralis'te çaprazlaştıkları yerde tractus spinothalamicus anterior ve lateralis'lerin iletimi sekteye uğramıştır. Kavitasyonun her iki tarafa eşit büyümemesi nedeniyle sol tarafta belirtiler daha şiddetlidir. Üst ekstremitelerde her iki tarafta da iki nokta ayrımının normal olması sebebiyle, iki funiculus posterior'da fasciculus cuneatus etkilenmemiştir. Bu hastalıkta dissosiye his kusuru karakteristiktir.
5. Belirgin şekilde yere vurarak adım atma ve gözler kapalı tutulduğunda denge sorunu yaşama, alt ekstremitelerde derin duyu hissinin kaybının karakteristik bulgularıdır. Bu bulgularla beraber, her iki tarafta da malleolus medialis'te titreşim duyusunun kayıp olması, hastanın her iki funiculus posterior'da fasciculus gracilis'i tutan bir hastalığının olduğunu işaret eder. Ayrıntılı anamnez alındığında, hastanın sifiliz tedavisi görmüş olduğu öğrenilecektir. Tanı tabes dorsalis'tir.
6. Terminal dönem kanser hastalarında üstesinden gelinemeyen ağrının ortadan kaldırılması zor bir durumdur. Güçlü analjezik etkilerinden yararlanılarak narkotik analjezikler kullanılagelmiştir. Bu ilaçların bağımlılık yapıcı etkileri yakın zamanda hayatını kaybedecek bir hastada göz ardı edilir. Alternatif tedavi seçenekleri arasında, medulla spinalis'e sürekli morfin infüzyonu (bkz. s.166) ve sinir sitemine ağrıyı taşıyan liflerin cerrahi olarak kesilmesidir. Posterior rizotomi ve kordotomi teknikleri sayfa 166'da anlatılmıştır.
7. Spinal şok, travma sonrası medulla spinalis'in fizyolojik işlevlerinde geçici bozulmadır. Medulla spinalis'in gri maddesinin içine katıldığı damarsal bir sürecin parçası olabileceği gibi, bazı otoriteler tarafından üst merkezlerin lokal segmental refleksler üzerindeki etkisinin ani olarak ortadan kalkmasına bağlanmaktadır. Sebep ne olursa olsun, genelde 1-4 hafta sonrasında kaybolur. Bu durum, lezyon seviyesinin altında, mesane ve barsak paralizisinin de eşlik ettiği, gevşek paralizi, ve his kusuru ve refleks aktivitesinin kaybı ile karakterizedir.

   Ekstansiyonda parapleji ve fleksiyonda parapleji, medulla spinalis'in ciddi hasar gördüğü durumlarda ortaya çıkar. Ekstansiyonda parapleji, kas sinir iğciklerindeki gama efferent sinir aktivitesindeki artış nedeniyle, ekstensör kas tonusundaki artışa bağlıdır. Ancak, bazı nörologlar tractus spinotalamicus'un bu vakalarda sağlam olduğunu iddia eder. Eğer tüm inen yollar kesilirse, uyaran verildiğinde refleks cevap fleksör olacağı için fleksiyonda parapleji gerçekleşir. Ekstansiyonda ya da fleksiyonda paraplejinin, spinal şok evresi sonrasında ortaya çıktığı hatırlanmalıdır. Eğer medulla spinalis yaralanması daha da ilerler ve tractus vestibulospinalis de zarar görürse, ekstansiyonda parapleji fleksiyonda paraplejiye dönüşüm gösterebilir. Hastanın bir serebral kanama sonrası sol tarafta capsula interna'da bir lezyonu olduğu kabul edilirse; kortikospinal liflerdeki alt seviyelere iletimde capsula interna'nın crus posterius seviyesinde kesinti vardır. Liflerin bir çoğunun decussatio pyramidum ya da daha aşağıda medulla spinalisin segmenter seviyelerinde sağ tarafa çapraz yaptığı göz önüne alınırsa, karşı tarafın kaslarının etkileneceği açıktır. Kortikospinal liflerin iletiminde kopukluk olması şu belirtileri beraberinde getirecektir: (a) Babinski belirtisinin pozitif olması; (b) yüzeysel karın ve kremasterik refleks kaybı; (c) özellikle ekstremitelerin uçlarında istemli ince hareketlerin gerçekleştirilmesinde güçlük yaşanması.
8. Eğer hastada serebral hemorajiyi takiben sol internal

kapsülde lezyon oluştuğu farzedilirse, kortikospinal lifler internal kapsülün arka ucundan aşağıya inerken kesilmiş olacaktır. Bu liflerin çoğu decussatio pyramidum'da ya da daha aşağıda spinal kordun segmental seviyesinde sağ tarafa geçtiği için karşı taraftaki kaslar etkilenmiş olacaktır. Bu kortikospinal liflerin kesilmesi aşağıdaki klinik bulguları doğurur: a) Babinski bulgusu pozitifliği, b) yüzeyel karın ve kremasterik reflekslerin kaybı, c) özellikle ekstremitelerin distal uçlarında olmak üzere, iyi ehil istemli hareketlerin performasında kayıp. Capsula interna içine ciddi kanama gerçekleşmiş hastalarda, cortex cerebri ile nucleus caudatus ve globus pallidus arasındaki subkortikal iletişim zarar görebilir. Dahası, bazı nucleusların bizzat kendileri zarar görmüş olabilir. Bu subkortikal merkezlerde inen yolların hasar görmesi sonucu ortaya çıkabilecek klinik belirtiler şunlardır: (a) vücudun karşı tarafında ciddi paralizi; (b) paralizi gelişmiş kaslarda spastisite; (c) lezyonun karşı tarafındaki vücut yarımında derin tendon reflekslerinin şiddetlenmesi (klonus görülebilir); (d) felçli kaslarda görülebilen "sustalı çakı" reaksiyonu.

9. Columna vertebralisin torakal seviyelerinin lateral radyografisi, 10. torakal vertebrada kırıkla beraber dislokasyon olduğunu ortaya koymuştur. Medulla spinalisin birinci lumbal seviyesi columna vertebralis'in bu seviyesine denk düşmektedir. Birinci lumbal dermatom, ligamentum inguinale seviyesine denk gelmektedir ve sağ tarafta ligamentum inguinale düzeyinde total anestezi medulla spinalis'te tam olmayan bir lezyonu akla getirmektedir. Sağ bacakta iki nokta ayrımı, titreşim ve derin duyu hissinde kayıp olması, medulla spinalis'te sağ tarafta funiculus posterior'da çıkan yollarda iletim kusurunu düşündürmektedir. Ağrı ve ısı hislerinin sol bacakta kaybı, tractus corticospinalis lateralis'in lezyon seviyesinde sağ tarafta hasarlanmış olmasına bağlıdır. Sol alt tarafta temas ve hissinin kaybı çapraz yapmış tractus spinathalamicus anterior'un sağ tarafta hasar görmesine bağlıdır. Sağ alt ekstremitedeki spastik paralizi durumunun ve sağ dizde klonus alınmasının nedeni, sağ tarafta tractus corticospinalis dışındaki inen yolların hasarlanmasıdır. Sağ tarafta Babinski belirtisinin görülmesi, sağ tarafta kortikospinal liflerin zarar görmiş olmasına bağlıdır.

   İlk 12 saatte iki alt ekstremitede de görülen tam motor ve duyu kaybı, ve derin tendon reflekslerinin alınamaması spinal şok nedeniyle görülmüştür.

10. Medulla spinalis, columna vertebralis'te, normal şartlar altında iyi koruma altında olacak şekilde, canalis vertebralis içinde yerleşmiştir. Ne yazık ki, kırıkla beraber seyreden bir dislokasyona bağlı olarak, kemik yapının bütünlüğü –özellikle canalis vertebralis'in çapının daha dar olduğu torakal seviyelerde– bozulduğunda, kemik oluşumlar medulla spinalis'e zarar verebilir ve bıçağın tereyağını kesmesi gibi medulla spinalis'i kesebilir. Spinal yaralanma kuşkusu taşıyan hastalar, mevcut yaralanmanın daha da kötüleşmesinin engellenmesi amacıyla, dikkatlice ele alınmalıdırlar. Hastalar, ayaklar, dizler, pelvis, sırt, omuz ve baş seviyelerinden birden çok destek ile yerlerinden kaldırılmalı ve en yakın tıbbi merkeze iletim için sert bir zemine/sedyeye yerleştirilmelidirler.

11. Paraplejik hastalarda, mesane disfonksiyonuna bağlı idrar yolu enfeksiyonları gelişmesi sık rastlanan bir durumdur. Hasta mesanesinin kontrolünü kaybetmiş olmasına ek olarak, mesanesinin ne zaman dolu olduğunu da bilememektedir. Mesaneye bir Foley kateter yerleştirilerek sürekli boşaltım sağlanır ve antibiyotik tedavisi başlanır.

    Vücudundaki, tuber ischiadicum ya da sacrum gibi kemik çıkıntılarda his duyusunu tamamen kaybetmiş kişilerde, bası yaralarına sıklıkla karşılaşılır. Bası yaralarının önüne geçmenin yöntemleri: (a) cildi temiz tutmak; (b) hastanın pozisyonunun sıklıkla değiştirilmesi; (c) kemik çıkıntıların altına yumuşak yastıkların koyulmasıdır.

    Aktif yaşam sürdürürken, ani olarak yatağa bağımlı hale gelen ve felçli kişilerde beslenme bozuklukları sıklıkla görülür. İştah kaybı, hastaya ihtiyaç duyulan tüm –özellikle vitaminler- içeriği barındıran yüksek kalorili besinler verilerek dengelenmelidir.

    Ekstansiyonda parapleji ve fleksiyonda parapleji durumlarında ufak uyaranlarla bile kas spazmları gelişebilir. Bu durumun nedeni bilinmemekle beraber, lezyon seviyesinde sinir irritasyonunun sebep olabileceği düşünülmektedir.

    Analjeziklerin fayda göstermesiyle beraber, bazı hastalarda rizotomi hatta kordotomi gereksinimi olmaktadır.

    Yaklaşık 4 hafta kadar sürebilecek spinal şok evresi bitene kadar sağlıklı bir prognoz belirtmek mümkün olmaz.

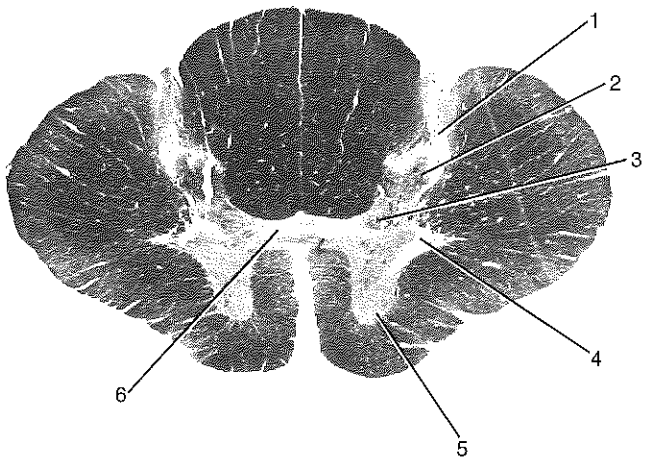
12. Sağ elin (para sayar tarzda) ve sağ kolun kaba tremoru, göz kırpmanın azalmasıyla birlikte ifadesiz maske yüz ve olaya katılan kaslarda dişli çark belirtisi, erken dönem Parkinson hastalığı (paralysis agitans) için tanı koydurucudur. Substantia nigra ve diğer subkortikal nucleuslarda dejeneratif değişikler oluşmaktadır. Bahsi geçen subkortikal oluşumlarda normal işlevin aksaması ve alt motor nöronlar üzerindeki hakimiyetlerinin yok olması, artmış kas tonusundan ve tremordan sorumludur.

13. (a) İstemli hareketlerle ortaya çıkan tremor serebellar hastalıklarda ortaya çıkar.
    (b) Atetoz korpus striatum lezyonlarında görülür.
    (c) Kore korpus striatum lezyonlarında görülür.
    (d) Distoni nucleus lentiformis lezyonlarında ortaya çıkar.
    (e) Hemiballismus karşı tarafın nucleus subtalamicusun lezyonlarında görülür.

ÇALIŞMA SORULARI

Açıklama: Aşağıdaki numaralandırılmış cümlelerin ardından, aralarından sadece BİRİnin doğru olduğu harfli ifadeler belirtilmiştir. DOĞRU olanı seçiniz.

1. Aşağıdaki ifadeler medulla spinalis ile ilgilidir.
   (a) İki tarafın columna anterior ve columna posterior'ları commissura alba ile birleşir.
   (b) Terminal ventrikül, dördüncü ventrikülün alt taraftaki sonlanmasının genişlemiş halidir.
   (c) Cornu anterius'daki büyük sinir hücresi gövdeleri, ön köklerdeki alfa efferent sinir liflerinin başlangıcıdır.
   (d) Substantia gelatinosa'daki hücre grupları, her iki columna dorsalis'in tabanında yerleşmişlerdir.
   (e) Nucleus dorsalis (Clarke sütunu), columna dorsalis'te yerleşim gösteren sinir hücreleridir ve medulla spinalis'in sadece lumbal seviyelerinde görülürler.
2. Aşağıdaki ifadeler medulla spinalis'in beyaz maddesi ile ilgilidir.
   (a) Tractus spinoserebellaris posterior, funiculus posterior'da yerleşim gösterir.
   (b) Tractus spinothalamicus anterior, funiculus anterior'da yerleşim gösterir.
   (c) Tractus spinothalamicus lateralis, funiculus anterior'da yerleşim gösterir.
   (d) Fasciculus gracilis, funiculus lateralis'te bulunur.
   (e) Tractus rubrospinalis, funiculus anterior'da yerleşim gösterir.
3. Aşağıdaki ifadeler medulla spinalis ile ilgilidir.
   (a) Medulla spinalis, plexus brachialis'in kaynaklandığı servikal seviyelerde genişleme gösterir.
   (b) Medulla spinalis, kendisine radix anterior ve radix posterior'la bağlanan nervus spinalis'leri içerir.
   (c) Erişkinlerde, medulla spinalis genellikle lumbal 4. vertebra seviyesinin altında sonlanır.
   (d) Ligamentum denticulatum, medulla spinalis'i her iki tarafta vertebraların pediküllerine bağlar.
   (e) Canalis centralis, beynin dördüncü ventrikülü ile bağlantılı değildir.



Açıklama: 4.-9. sorular, aşağıdaki şekil üzerinden yanıtlanacaktır. Sol tarafta verilen numaraları, sağda verilen anatomik yapılarla eşleştiriniz. Her numaralanmış anatomik yapı birden çok defa seçilebilir, ya da hiç seçilmeyebilir.

4. No. 1
5. No. 2
6. No. 3
7. No. 4
8. No. 5
9. No. 6

(a) Nucleus proprius
(b) Preganglionik sempatik çıkış
(c) Nucleus dorsalis
(d) Substantia gelatinosa
(e) Yukarıdakilerin hiçbiri

Açıklama: Aşağıdaki numaralandırılmış cümlelerin ardından, aralarından sadece BİRİnin doğru olduğu harfli ifadeler belirtilmiştir. DOĞRU olan harfli ifadeyi seçiniz.

10. Aşağıdaki ifadeler tractus'ların kaynak aldığı hücre gruplarını vermektedir.
    (a) Fasciculus cuneatus, substantia gelatinosa'daki hücrelerden kaynaklanmaktadır.
    (b) Tractus spinothalamicus anterior, ganglion spinale'deki hücrelerden kaynaklanmaktadır.
    (c) Fasciculus gracilis, nucleus dorsalis'teki hücrelerden (Clarke sütunu) kaynaklanmaktadır.
    (d) Tractus spinoserebellaris anterior, ganglion spinale'deki hücrelerden kaynaklanmaktadır.
    (e) Tractus spinothalamicus lateralis, substantia gelatinosa'daki hücrelerden kaynaklanmaktadır.
11. Aşağıdaki ifadeler, tractus'lar tarafından kat edilen yolu tariflemektedir.
    (a) Fasciculus gracilis, nöral aksın karşı tarafına geçmek üzere çapraz yapmamaktadır.
    (b) Tractus spinotectalis, nöral aksın karşı tarafına geçmek üzere çapraz yapmamaktadır.
    (c) Tractus spinotalamicus lateralis, nöral aksın karşı tarafına geçmek üzere çapraz yapmamaktadır.
    (d) Tractus spinoserebellaris posterior, nöral aksın karşı tarafına çapraz yapmaktadır.
    (e) Tractus spinothalamicus anterior, oluştuğu seviyede medulla spinalis'in karşı tarafına çapraz yapar.
12. Aşağıdaki ifadeler tractus'ların sonlandığı nucleusları belirtmektedir.
    (a) Funiculus posterior'daki yollar, colliculus inferior'da sonlanır.
    (b) Tractus spinoreticularis, hipokampus nöronlarında sonlanır.
    (c) Tractus spinotectalis, colliculus inferior'da sonlanır.
    (d) Tractus spinotalamicus anterior, talamusun ventral posterolateral nucleusunda sonlanır.
    (e) Tractus spinoserebellaris anterior, serebellumun nucleus dentatus'unda sonlanır.
13. Aşağıdaki ifadeler, sinir yolları ile his duyularının karşılaştırılmasını yapmaktadır.
    (a) İki nokta ayrımı, tractus spinotalamicus lateralis'te iletilir.
    (b) Ağrı, tractus spinothalamicus anterior'da iletilir.
    (c) Bilinçsiz kas-eklem duyusu, tractus spinoserebellaris anterior'da iletilir.

(d) Basınç hissi, tractus spinothalamicus posterior'da iletilir.
(e) Titreşim duyusu, tractus spinoserebellaris posterior'da iletilir.

14. Aşağıdaki ifadeler, ağrının kapı-kontrol teorisi ile ilgilidir.
(a) Bir periferik sinirdeki küçük-ağrı iletmeyen liflerin uyarılması, ağrı hissini azaltabilir.
(b) Ağrılı eklemin üzerine masaj uygulanması, ağrı sensitivitesini azaltabilir.
(c) Delta A ve C liflerinin nervus spinalis'in radix posterior'unda uyarılması ağrı sensitivitesini azaltabilir.
(d) Bir periferik sinirde, kalın ağrı iletmeyen liflerin dejenerasyonu, ağrı sensitivitesini azaltır.
(e) Medulla spinaliste ağrı iletiminin inhibisyonu, bağlayıcı nöronları içermez.

15. Aşağıdaki ifadeler, ağrının reseptör düzeyindeki olaylarıyla ilgilidir
(a) Serotonin, analjezik sistemde bir transmitter madde değildir.
(b) Bir protein olan substans P, medulla spinalis'in columna dorsalis'inde sonlanan birinci nöronların sinapslarında görevli bir nörotransmitterdir.
(c) Enkefalinler ve endorfinler, columna dorsaliste substans P salınmasını tetikleyebilirler.
(d) Ani, keskin ve iğne batar tarzda ağrıların bir çoğu, talamusun dorsal anterolateral nucleusunda sonlanır.
(e) C tipi yavaş ileten lifler, yanıcı tarzda uzamış ağrıların iletiminden sorumludurlar.

16. Aşağıdaki ifadeler, tractus corticospinalis ile ilgilidir.
(a) Capsula interna'nın crus posterius'unda bulunur.
(b) Ağırlıklı olarak ekstremitelerin proksimal kaslarındaki istemli hareketlerden sorumludur.
(c) Cortex cerebri'nin dördüncü katmanındaki piramidal hücrelerden çıkan aksonlar olarak başlar.
(d) Üst ekstremitelerin hareketlerini kontrol eden lifler, serebral hemisferin medial tarafında gyrus precentalis'ten kaynaklanır.
(e) Alt ekstremitelerin hareketlerini kontrol eden lifler, basis pedinculi'nin orta beşte üçünün medial bölümünde yer alır.

17. Aşağıdaki ifadeler tractus'lar tarafından kat edilen yolu tariflemektedir.
(a) Tractus rubrospinalis, medulla oblongata düzeyinde orta hattı çaprazlar.
(b) Tractus tectospinalis (sinir liflerinin bir çoğu), commisura posterior düzeyinde orta hattı çaprazlar.
(c) Tractus vestibulospinalis, mesencephalon düzeyinde orta hattı çaprazlar.
(d) Tractus corticospinalis lateralis, medulla oblongata düzeyinde orta hattı çaprazlar.
(e) Tractus corticospinalis anterior, mesencephalon düzeyinde orta hattı çaprazlar.

18. Aşağıdaki ifadeler, tractus'ların kaynaklandığı hücre grupları ile ilgilidir.
(a) Tractus vestibulospinalis, pons'ta yerleşim gösteren nucleus vestibularis medialis'teki hücrelerden kaynaklanır.
(b) Tractus tectospinalis, colliculus inferior'daki hücrelerden kaynaklanır.
(c) Tractus corticospinalis lateralis, cortex cerebri'nin dördüncü alanındaki hücrelerden kaynaklanır.
(d) Tractus rubrospinalis, nucleus reticularis'taki hücrelerden kaynaklanır.
(e) Tractus reticulospinalis, mesensefalon'da yerleşim gösteren formatio reticularis'taki hücrelerden kaynaklanır.

19. Aşağıdaki ifadeler kas hareketi ile ilgilidir.
(a) Kas fasikülasyonları, sadece, alt motor nöronlarda hızlı yıkım olduğu durumlarda görülür.
(b) Kas iğciği afferent sinir lifleri, sadece medulla spinalis'e bilgi iletimi yapar
(c) Parkinson hastalığında, nucleus vestibularis'ten kaynaklanan dopamin salgılayan nöronlarda dejenerasyon vardır.
(d) İstemli bir hareketin ortaya çıkarıldığı beyin nöronal aktivitesi, sadece gyrus precentralis'e (4. alan) sınırlıdır.
(e) Hiperaktif ankle-jerk refleksleri ve eklemlerde klonus alınması, alt motor nöronların supraspinal inhibisyonunun etkisinden çıktığına işaret eder.

20. Sağ elini kullanan bir kişide, sol tarafta capsula interna'ya gerçekleşen kanamadan sonra, aşağıdaki belirti ve bulgular görülebilir.
(a) Sol homonim hemianopsi
(b) Sağ astereognozi
(c) Sol hemipleji
(d) Normal konuşma
(e) Sol tarafta pozitif Babinski cevabı

21. Sekizinci servikal segment seviyesinde medulla spinalis'in sol yarısında travmatik lezyon oluşan hasta aşağıdaki belirti(ler) ve bulgu(lar)la başvurabilir.
(a) Lezyon seviyesinin altında, sol tarafta, ağrı ve ısı duyusunun kaybı
(b) Sağ alt ekstremitede derin duyunun kaybı
(c) Sağ hemipleji
(d) Sol tarafta pozitif Babinski yanıtı
(e) Sağ tarafta, lezyon segmentinde alt motor paralizi ve kas atrofisi

Açıklama: Bu bölümde, numaralandırılmış cümlelerin altında yanıtlar verilmiştir. Her cümle için en uygun harfli BİR yanıtı seçiniz.

22. Aşağıdaki belirti ve bulgulardan hangisi bir serebellar lezyonu işaret eder?
(a) Dişliçark rijiditesi
(b) Hemiballismus
(c) Kore
(d) İntention tremor
(e) Atetoz

23. Aşağıdaki akmadde alanlarından hangisi kortikospinal lif içermez?
(a) Medulla oblongota'nın pyramis'i
(b) Medulla spinalis'in funiculus lateralis'i
(c) Mesensefalonun pedunculus cerebri'si
(d) Capsula interna'nın crus anterius'u
(e) Corona radiata

Açıklama: Aşağıda verilen her olgu sunumunun ardından sorular yöneltilmiştir. Olgu sunumunu okuduktan sonra, EN UYGUN yanıtı seçiniz.

59 yaşında kadın hastanın sırt ağrısı mevcuttur ve sol alt ekstremitesinin arka kısmında ağrı ve sıcaklık hissinin kaybı mevcuttur. Üç yıl önce, sağ meme dokusunda ileri düzeyde karsinoma nedeniyle radikal mastektomi operasyonu sonrası, radyoterapi ve kemoterapi tedavisi görmüştür.

Muayenede, sırtının alt kısmında ağrı tariflediği, sol alt ekstremitesinin arka kısmında S1-3 dermatomlarında temas duyusunda kayıp yaşadığı görüldü. Başka nörolojik defisit saptanmadı. Columna vertebralisin radyolojik incelemesi, 9. ve 10. torakal vertebralarda metastaz ile uyumlu lezyonlar saptandı. MR'da metastazlardan birinin ilerleme göstererek canalis vertebralis'e girdiği ve medulla spinalis'e sağ taraftan hafif bası yaptığı görüldü.

24. Hastadaki sırt ağrısı, aşağıdakilerden hangisi ile açıklanamaz?
    (a) Columna vertebralis eklemlerinin osteoartriti.
    (b) 9. ve 10. torakal vertebraların corpus'larında metastazların olması.
    (c) Nervus spinalis'lerin arka kökleri üzerine tümör basısı olması.
    (d) Fıtıklaşmış discus intervertebralis'in nervus spinalis'lere baskı yapması
    (e) Funiculus posterior'a tümör basısını takiben postvertebral kasların spazmı.
25. Sol alt ekstremitenin arka alt kısmında S1-3 dermatomlarında ağrı ve sıcaklık hissinde kayıp aşağıdakilerden hangisi ile açıklanamaz?
    (a) Tractus spinotalamicus lateralis ağrı hissini iletir.
    (b) Tractus spinotalamicus lateralis'te vücudun sakral segmentleri en lateralde konumlanmıştır.
    (c) Tractus'ların sakral segmentleri metastazların dıştan basısına en sık maruz kalan bölümlerdir.
    (d) Alt ekstremite'deki ısı hissinin kaybı, tümörün tractus spinothalamicus anterior'a yaptığı basısı nedeniyle oluşmuştur.
26. Bu hastada, sırt bölgesinde önüne geçilemeyen ağrı aşağıdaki yöntemlerden hangisi ile tedavi edilemez?
    (a) Yüksek doz salisilik asit tedavisi.
    (b) Medulla spinalis'e direkt yolla opiat verilmesi, ya da intramuskuler morfin uygulanması.
    (c) Posterior rizotomi operasyonu.
    (d) Kordotomi operasyonu.
    (e) Subaraknoid aralığa opiat verilmesi.

ÇALIŞMA SORULARININ YANITLARI VE AÇIKLAMALARI

1. Doğru cevap C'dir. Ön köklerde alfa efferent lifler, cornu anterius'un gri maddesinde bulunan büyük sinir hücrelerinin gövdelerinden kaynaklanır (bkz. s.139). A. Medulla spinalis'in iki tarafında da substantia gelatinosa centralis ve columna dorsalis gri maddeden oluşan commissua grisea ile birleşir. B. Ventriculus terminalis, canalis centralis'in genişlemiş alt ucudur. D. Substantia gelatinosa'daki sinir hücreleri, medulla spinalis boyunca columna dorsalis'in apeksinde yerleşim gösterirler. E. Nucleus dorsalis (Clarke sütünu), columna dorsalis'te bulunan, sekizinci servikal segmentten üçüncü veya dördüncü lumbal segmente kadar uzanan sinir hücrelerinden oluşur.
2. Doğru cevap B'dir. Tractus spinotalamicus anterior, medulla spinalis'te funiculus anterior'da yerleşim gösterir (bkz.s.149). A. Tractus spinocerebellaris posterior, funiculus lateralis'te yerleşim gösterir (bkz. s. 000). C. Tractus spinotalamicus lateralis, funiculus lateralis'te yerleşim gösterir. D. Fasciculus gracilis, funiculus posterior'da yerleşim gösterir. E. Tractus rubrospinalis, funiculus lateralis'te yerleşim gösterir.
3. Doğru cevap A'dır. Medulla spinalis, pleksus brachialis'i verdiği servikal seviyelerde genişleme gösterir (bkz.Şek.4-5). B. Medulla spinalis'te, ön ve arka köklerle medulla spinalis'le birleşen nervus spinalis'ler bulunur (bkz.s.137). C. Erişkinlerde, medulla spinalis, genellikle birinci lumbal vertebranın alt kısmında sonlanır. D. Ligamentum denticulatum'lar, medulla spinalis'i her iki yanda dura mater'e birleştirirler. E. Beyin omurilik sıvısını barındıran canalis centralis, beynin dördüncü ventrikülü ile bağlantılıdır.
4. Doğru cevap D'dir.
5. Doğru cevap A'dır.
6. Doğru cevap C'dir.
7. Doğru cevap B'dir.
8. Doğru cevap E'dir. İşaretlenen yapı cornu anterius'tur.
9. Doğru cevap E'dir. İşaretlenen yapı commissura grisea'dır.
10. Doğru cevap E'dir. Medulla spinalis'te tractus spinotalamicus lateralis, substantia gelatinosa'daki hücrelerden kaynaklanır (bkz.s.139). A. Fasciculus cuneatus, ganglion spinale hücrelerinden kaynaklanmaktadır. B. Tractus spinotalamicus anterior, substantia gelatinosa'daki hücrelerden kaynaklanır. C. Fasciculus gracilis, ganglion spinale hücrelerinden kaynaklanmaktadır. D. Tractus spinoserebellaris anterior, Clarke sütunundaki hücrelerden kaynaklanmaktadır.
11. Doğru cevap A'dır. Fasciculus gracilis, nöral aksın karşı tarafına çapraz yapmaz (bkz.s.149). B. Tractus spinotectalis, medulla spinalis'in karşı tarafına çapraz yapmaktadır. C. Tractus spinothalamicus lateralis, medulla spinalis'in karşı tarafına çapraz yapmaktadır. D. Tractus spinocerebellaris posterior, nöral aksın karşı tarafına çapraz yapmaz. E. Tractus spino-

thalamicus anterior, medulla spinalis'in karşı tarafına oblik bir şekilde çapraz yapmaktadır.

12. Doğru cevap D'dir. Tractus spinothalamicus anterior, talamusun ventral posterolateral nucleusunda sonlanır (bkz.s.149). A. Funiculus posterior yolları nucleus gracilis ve nucleus cuneatus'ta sonlanır (bkz.s.149). B. Tractus spinoreticularis, medulla, pons ve mesencephalon'da formatio reticularis nöronlarında sonlanır. C. Tractus spinotectalis, colliculus superior'da sonlanır. E. Tractus spinocerebellaris anterior, cortex cerebri'de sonlanır (bkz.s.150).
13. Doğru cevap C'dir. Bilinçsiz kas-eklem duyusu, tractus spinocerebellaris anterior'da taşınır (bkz.s.144). A. İki nokta ayrımı fasciculus cuneatus'ta iletilir. B. Ağrı, tractus spinothalamicus lateralis'te taşınır. D. Basınç hissi, tractus spinothalamicus anterior'da taşınır. E. Titreşim hissi, fasciculus gracilis'te taşınır (bkz.s.149).
14. Ağrının kapı kontrol teorisi ile ilgili doğru cevap B'dir. Ağrılı eklemin üzerine uygulanan masaj ağrı sensitivitesini azaltır (bkz.s.147). A. Bir periferik sinirdeki ağrı iletmeyen geniş liflerin uyarılması ağrı sensitivitesini azaltabilir. C. Bir nervus spinalis'in arka kökündeki Delta A ve delta C tipi liflerinin uyarılması ağrı sensitivitesini arttırabilir (bkz.s.147). D. Bir periferik sinirdeki ağrı iletmeyen kalın liflerin dejenerasyonu ağrı sensitivitesini arttırabilir. E. Bağlayıcı nöronlar sayesinde, medulla spinalis'te ağrı iletimi inhibe edilebilir.
15. Doğru cevap E'dir. C tipi yavaş iletim gösteren lifler, uzamış, yanıcı tarzda ağrının iletiminden sorumludurlar (bkz.s.147). A. Serotonin analjezik sistemde görevli bir transmitterdir (bkz.s.147). B. Substans P bir peptittir ve medulla spinalis'in columna posterior'unda birinci nöronun sonlandığı sinapslarda görevli bir nörotranmitter olduğu düşünülmektedir. C. Enkefalinler ve endorfinler, medulla spinalis'in columna posterior'unda substans P salınımını azaltıcı rol oynayabilir. D. Keskin, ani ve batıcı tarzda ağrıları ileten yolların bir çoğu talamusun ventral posterolateral nucleusunda sonlanır.
16. Doğru cevap A'dır. Tractus corticospinalis'ler capsula interna'nın crus posterius'unda yerleşim gösterir (bkz. Şek.4-11). B. Tractus corticospinalis'ler temel olarak ekstremite kaslarının distalindeki istemli hareketlerden sorumludurlar (bkz.s.154). C. Cortex cerebri'nin beşinci katmanındaki hücrelerden çıkan aksonlar olarak başlarlar (bkz.s.155). D. Üst ekstremitelerin hareketlerini kontrol eden lifler, serebral hemisferin lateral kısmında gyrus precentralis'ten kaynaklanılar. E. Alt ekstremitelerin hareketlerini kontrol eden lifler, basis pedinculi'nin orta beşte üçünün lateralinde yerleşmişlerdir.
17. Doğru cevap D'dir. Tractus corticospinalis lateralis, medulla oblongota düzeyinde orta hattı çaprazlar (bkz.Şek. 4-21). A. Tractus rubrospinalis, mesensefalon düzeyinde orta hattı çaprazlar. B. Tractus tectospinalis (sinir liflerinin birçoğu), mesensefalon düzeyinde orta hattı çaprazlar. C. Tractus vestibulospinalis orta hattı çaprazlamaz ve medulla oblongata ve medulla spinalis boyunca funiculus anterior'da aşağı doğru iner (bkz.Şek. 4-20 ve 4-25). E. Tractus corticospinalis anterior, medulla spinalis'te orta hattı çaprazlar.
18. Doğru cevap C'dir. Tractus corticospinalis lateralis, cortex cerebri'nin dördüncü alanından kaynaklanır (bkz.s.155). A. Tractus vestibulospinalis pons'taki nucleus vestibularis lateralis'ten kaynaklanır. B. Tractus tectospinalis colliculus superior'dan kaynaklanır. D. Tractus rubrospinalis, nucleus ruber'den kaynaklanır. E. Tractus reticulospinalis, mesensefalon, pons ve medulla oblongata'daki formatio reticularis hücrelerinden kaynaklanır (bkz.s.157).
19. Doğru cevap E'dir. Hiperaktif ankle-jerk refleksleri ve eklem klonusu alınması, alt motor nöronların supraspinal inhibisyonun etkisinden çıktıklarına işaret eder (bkz.s.168). A. Kas fasikülasyonları, sadece, alt motor nöronlarda yavaş süren bir yıkım olduğu zaman görülür. B. Kas sinir efferent sinir lifleri beyne olduğu gibi medulla spinalis'e de sinyal gönderir. C. Parkinson hastalığında, substantia nigra'daki dopamin sekrete eden nöronlarda dejenerasyon vardır. D. İstemli bir hareketin oluşması esnasında beyin nöronal aktivitesi sadece gyrus precentralis'e (4. alan) sınırlı değildir (bkz.s.167).
20. Doğru cevap B'dir. Sağ astereognozi (bkz.s.297). A. Sağ homonim hemianopsi bulunur (Bkz.s.368). C. Sağ hemipleji mevcuttur. D. Afazi mevcuttur. E. Sağ tarafta Babinski cevabı pozitiftir.
21. Doğru cevap D'dir. Sol tarafta Babinski cevabı pozitiftir (bkz.s.171). A. Lezyon seviyesinin altında, sağ tarafta, ağrı ve sıcaklık hissinde kayıp vardır. B. Sol alt ekstremitede derin duyu hissinde kayıp vardır. C. Sol alt ekstremitede hemipleji mevcuttur. E. Sol tarafta, lezyon segmentinde motor paralizi ve kas atrofisi vardır.
22. Doğru cevap D'dir. İntention tremor mevcuttur (bkz.s.244). A. Parkinson hastalığında, kas direnci aşıldığında atmalar dişliçark rijiditesi görülür (bkz.s.322). B. Hemiballismus, vücudun bir tarafında görülen nadir bir istemsiz harekettir. Subtalamik nucleusların hastalıklarında ortaya çıkar (bkz.s.253). C. Kore, sürekli tarzda, hızlı, istemsiz, atma tarzında, kaba, amaçsız hareketlerden oluşur; corpus striatum'un lezyonlarında ortaya çıkar. E. Atetoz, devamlı, yavaş, istemsiz, ritmik olmayan, aynı kişide her zaman aynı olan hareketlerdir; ve uyku sırasında kaybolur; corpus striatum'un lezyonlarında ortaya çıkar.
23. Doğru cevap D'dir. Capsula interna'nın crus anterius'u corticospinal lifleri içermez (bkz.s.268).
24. Doğru cevap E'dir. Postvertebral kasların spazmı, medulla spinalis'in funiculus posterior'una bası ile ortaya çıkmaz.
25. Doğru cevap D'dir. Sıcaklık hissi, ağrı impulslarıyla beraber tractus spinotalamicus lateralis'te iletilir (bkz.s.147).
26. Doğru cevap A'dır. Aspirin, sodyum salisilat ve diflunisal gibi salisilat türevleri, klinik kullanımda sadece, başağrısı ya da dismenore gibi, hafif ya da orta düzeydeki ağrının giderilmesinde kullanılırlar.

Ek Okumalar

Almeida, T. F., Roizenblatt, S., and Tufik, S. Afferent pain pathways: A neuroanatomical review. Brain Res. 1000:40, 2004.

Barson, A. J. The vertebral level of termination of the spinal cord during normal and abnormal development. *J. Anat.* 106:489, 1970.

Basbaum, A. I. Distinct neurochemical features of acute and persistent pain. *Proc. Natl. Acad. Sci. U S A* 96:7739, 1999.

Basbaum, A. I. Unlocking pain's secrets. In *Encyclopedia Britannica: Medical Health Annual* (pp. 74–95). Chicago: Encyclopedia Britannica, 1995.

Baskin, D. S. Spinal cord injury. In R. W. Evans (ed.), *Neurology and Trauma* (p. 276). Philadelphia: Saunders, 1996.

Bonica, J. J. *The Management of Pain* (2nd ed.). Philadelphia: Lea & Febiger, 1990.

Bracken, M. B., Shepard, M. J., Collins, W. F., Holford, T. R., Young, W., Baskin, D. S., et al. A randomized, controlled trial of methylprednisolone or naloxone in the treatment of acute spinal-cord injury: Results of the second National Acute Spinal Cord Injury Study. *N. Engl. J. Med.* 322:1405, 1990.

Bracken, M. B., Shepard, M. J., Collins, W. F. Jr., Holford, T. R., Baskin D. S., Eisenberg, H. M., et al. Methylprednisone or naloxone treatment after acute spinal cord injury: 1-Year follow up data. Results of the Second National Acute Spinal Cord Injury Study. *J. Neurosurg.* 76:23, 1992.

Brazis, P. W., Masden, J. C., and Biller, J. *Localization in Clinical Neurology.* Boston: Little, Brown, 1990.

Bruera, E., and Kim, H. N. Cancer pain. *JAMA.* 290:2476, 2003.

Carroll, D., Moore, R. A., McQuay, H. J., Fairman, F., Tramèr, M., Leijon G.. Transcutaneous electrical nerve stimulation (TENS) for chronic pain. (Systematic Review) Cochrane Pain, Palliative Care and Supportive Care Group. *Cochrane Database Syst. Rev.* Issue 4, 2001.

Chiles, B. W., and Cooper, P. R. Acute spinal cord injury. *N. Engl. J. Med.* 334:514, 1996.

Cordo, P., Carlton, L., Bevan, L., Carlton, M., Kerr, G. K.. Proprioceptive coordination of movement sequences: Role of velocity and position information. *J. Neurophysiol.* 71:1848, 1994.

Craig, C. R., and Stitzel, R. E. *Modern Pharmacology* (4th ed.). Boston: Little, Brown, 1994.

Ekerot, C. F., Larson, B., and Oscarsson, O. Information carried by the spinocerebellar tracts. *Prog. Brain Res.* 50:79, 1979.

Fields, H. L., and Liebeskind, J. C. (eds.). *Pharmacological Approaches to the Treatment of Chronic Pain: New Concepts and Critical Issues. The Bristol-Myers Squibb Symposium on Pain Research.* Seattle: IASP Press, 1994.

Frohman, E. M., Racke, M. K., and Raine, C. S. Multiple Sclerosis—The Plaque and Its Pathogenesis. *N. Engl. J. Med.* 354: 942–955, 2006.

Gebhart, G. F. Descending modulation of pain. *Neurosc. Biobehav. Rev.* 27:729, 2004.

Geisler, F. H., Dorsey, F. C., and Coleman, W. P. Recovery of motor function after spinal cord injury: A randomized, placebo-controlled trial with G. M.-1 ganglioside. *N. Engl. J. Med.* 344:1829, 1991.

Goetz, C. G. *Textbook of Clinical Neurology* (2nd ed.). Philadelphia: Saunders, 2003.

Guyton, A. C., and Hall, J. E. *Textbook of Medical Physiology* (11th ed.). Philadelphia: Elsevier Saunders, 2006.

Koehler, P. J., and Endtz, L. J. The Brown-Séquard syndrome—True or false? *Arch. Neurol.* 43:921, 1986.

Nestler, E. J., Hyman, S. E., and Malenka, R. C. *Molecular Neuropharmacology, a Foundation for Clinical Neuroscience.* New York: McGraw-Hill, 2001.

Rowland, L. P. (ed.). *Merritt's Neurology* (10th ed.). Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

Scott, S. A. *Sensory Neurons: Diversity, Development, and Plasticity.* New York: Oxford University Press, 1992.

Snell, R. S. *Clinical Anatomy by Regions* (8th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008.

Snell, R. S. *Clinical Anatomy by Systems.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2007.

Snell, R. S., and Smith, M. S. *Clinical Anatomy for Emergency Medicine.* St. Louis: Mosby, 1993.

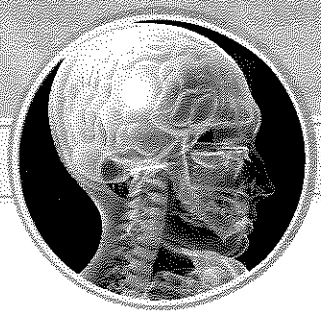
Standring, S. (ed.). *Gray's Anatomy* (39th Br. ed.). London: Elsevier Churchill Livingstone, 2005.

Trapp, B. D., Peterson, J., Ransohoff, R. M., Rudick, R., Mörk, S., Bö, L. Axonal transection in the lesions of multiple sclerosis. *N. Engl. J. Med.* 338:278–285, 1998.

Wall, P. D., and Melzak, R. (eds.). *Textbook of Pain* (3rd ed.). Edinburgh: Churchill Livingstone, 1994.

Waxman, S. G. Demyelinating diseases—New pathological insights, new therapeutic targets. *N. Engl. J. Med.* 338:323–325, 1998.

Wolinsky, J. S. Multiple sclerosis. *Curr. Neurol.* 13:167, 1993.



BÖLÜM 5

Çeviri: Dr. Mehmet YILDIRIM
Dr. Kayıhan ŞAHİNOĞLU
Dr. Cem KOPUZ
Dr. Adnan ÖZTÜRK
Dr. İlkan TATAR

BEYİN SAPI (TRUNCUS CEREBRI)

Ellisekiz yaşındaki bir kadın, yeni başlayan yürüme güçlüğü nedeniyle bir nörolog'a sevk edilmiştir. Hasta, sol dirseği fleksiyon'da ve sol bacağı ise ekstansiyon'da olarak ayakta duruyor ve yürüyordu (sol hemiparezi). Hasta yürürken sol kalçasını ve dizini fleksiyon'a ve ayakbileğini ise dorsifleksiyon'a getirirken güçlük çekiyordu. Öne doğru yürüme hareketi, ayağın yere sürünmesini engellemek için sol uyluğu kalça ekleminden dışa doğru dairevi hareket ettirerek mümkün oluyordu. Sol kol hareketsiz kalıyordu.

Nörolojik muayenede fasial paralizi bulguları yoktu; fakat dil hareketlerinde zayıflama belirtileri vardı. Dil öne doğru hareket ettirildiğinde, sağ tarafa doğru sapmaktaydı (sağ nervus hypoglossus felci). Deri duyusu normal bulundu fakat vücudun sol tarafında vibrasyon, taktil diskriminasyon ve kas eklem duyularında bozukluk bulguları vardı.

Nörolojik bulgulara dayanarak, sağ taraf medial medullar sendrom tanısı konuldu. Medulla oblongata'nın sağ tarafının medial bölümü, sağ arteria vertebralis'in dalları ile beslenir. Bu arter ve onun medulla'ya ait dallarının tıkanıklığı; sağ pyramis hasarına (sol hemiparezi), sağ hypoglossal nucleus ve sinir hasarına (sağ hypoglosus felci) ve sağ tarafta lemniscus medialis hasarına (sol tarafta vibrasyon, taktil diskriminasyon ve kas eklem duyularının kaybı) neden olur. Fasial paralizinin olmaması, fasial nucleus'lar ve sinirlerin ve aynı zamanda fasial nucleus'lar ile ilgili kortikobulbar liflerin sağlam olduğunu gösterir. Dokunma, ağrı ve ısı duyularının bozulmamış oluşu, lemniscus spinalis'in sağlam olduğunu gösterir.

Bu tanı, nörolojik bulguların dikkatlice incelenmesi sayesinde mümkündür. Bu olguda teşhise ulaşabilmek için önceden medulla oblongata içindeki çeşitli sinir çekirdeklerinin ve yollarının pozisyon ve fonksiyonlarını iyi bilmek gerekir.

BÖLÜMÜN HEDEFLERİ

- Beyin sapı anatomisini gözden geçirmek
- Beyin sapının üç boyutlu yapısını geliştirebilmek
- Bir çok kraniyal sinir çekirdeğinin yerini öğrenmek, inen ve çıkan yolların, daha üst merkezlere ve medulla spinalis'e uzanımları sırasında izledikleri yolları öğrenmek
- Bir hastadaki belirti ve semptomları değerlendirip, yapısal lezyonun yerini belirlemek

Künt travma ve delici aletlere bağlı kafa yaralanmaları, yüksek mortalite ve morbidite oranlarına sahiptir. Kafatası ile altında bulunan beyin ve kraniyal sinirlerin yakın ilişkisi ve birçok hastalığa beraber iştirak etmeleri nedeniyle öncelikli olarak kranyum anatomisi kısaca gözden geçirilecektir.

Kranyumun Kısa Özeti

Erişkin Kranyumu

Oluşumu

Kranyum, **sutura** adı verilen hareketsiz eklemler ile birleşen birçok ayrı kemikten oluşur. Kemikler arasında **sutural ligament** adı verilen bağ dokusu bulunur. Art. temporomandibularis aracılığı ile kranyuma bağlanan mandibula, bu kuralın dışındadır.

Kranyum kemikleri kafatasına ait olan (**neurocranium**) ve yüze ait olan (**viscerocranium**) kemikler olarak iki kısımda incelenebilir. Kranyumun üst kısmına **calvaria**, alt kısmına da **basis** denir (Şek. 5-1).

Kranyum kemikleri, **lamina interna** ve **externa** adı verilen kompakt kemik ve aralarında **diploe** adı verilen spongiyoz kemikten oluşur (Şek. 5-2). Lamina interna, externa'ya göre daha ince ve kırılgandır. Kemikler iç ve dış yüzlerinden periosteum ile örtülüdür.

Neurocranium, aşağıdaki kemiklerden oluşur ve iki tanesi çifttir (Şek. 5-1, 5-3):

- Os frontale 1
- Os parietale 2
- Os occipitale 1
- Os temporale 2
- Os sphenoidale 1
- Os ethmoidale 1

Viscerocranium, aşağıdaki kemiklerden oluşur ve iki tanesi tektir:

- Os zygomaticum 2
- Maxilla 2
- Os nasale 2
- Os lacrimale 2
- Vomer 1
- Os palatinum 2
- Concha nasalis inferior 2
- Mandibula 1

Öğrenciler için her kafa kemiğinin yapısının ayrıntılı olarak bilinmesi önemlidir. Ancak; kranyuma bir bütün olarak da bakabilmelidirler; bu nedenle anlatılan bölümü okurken bir adet kafatasını yanlarında bulundurmaları yardımcı olacaktır.

Kafatasının Önden Görünümü (Norma Frontalis)

Os frontale, diğer adıyla alın kemiği, aşağı doğru kıvrılarak orbitaların üst kenarlarını oluşturur (Şek. 5-1). **Arcus superciliaris** ve **foramen supraorbitale**/incisura supraorbitalis her iki tarafta görülebilir. Os frontale, medialde maxilla'nın proc. frontalis'i ve os nasale ile eklem yapar. Lateralde ise os zygomaticum ile eklemleşir.

Orbita, üstten os frontale, dıştan os zygomaticum, alttan maxilla ve içten maxilla ve os frontale ile sınırlandırılır.

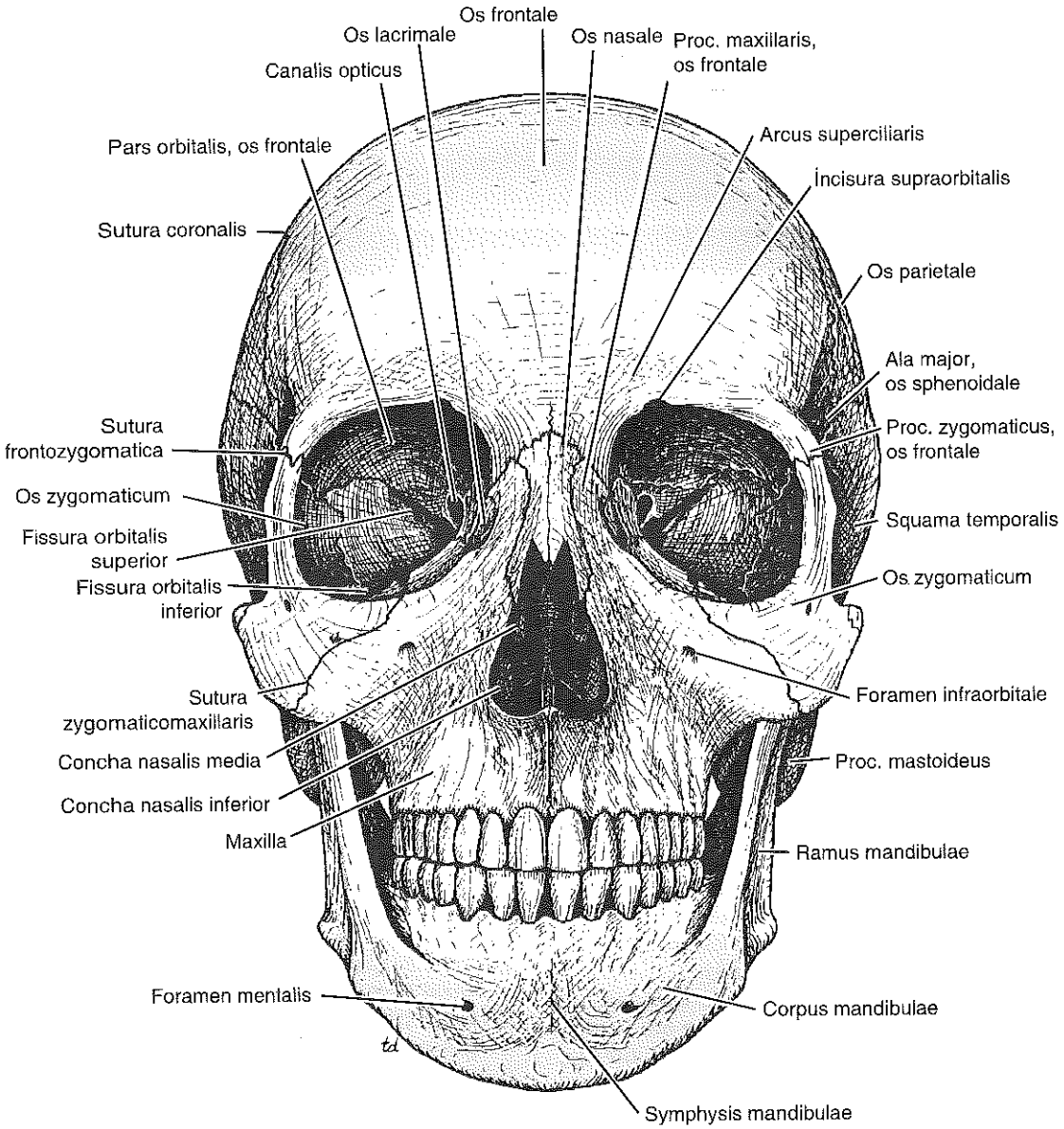
Os frontale'nin içinde, hemen margo supraorbitalis'lerin yukarısında, sinus frontalis adını alan mukoza ile örtülü iki adet hava boşluğu bulunur. Bu boşluklar burun boşluğu ile iştirakli olup fonasyonda görev alırlar.

Nazal kemikler, burun sırtını meydana getirirler. Alt kenarları maxilla ile beraber apertura nasalis anterior'u oluşturur. Burun boşluğu, büyük kısmını vomer'in oluşturduğu kemik septum yardımıyla iki kısma ayrılır. **Concha nasalis superior** ve **media**, **os ethmoidale**'nin her iki yanından burun boşluğuna uzanan kemik raflardır; concha nasalis inferior ise ayrı bir kemiktir.

Her iki **maxilla**, üst çeneyi, palatum durum'un ön kısmını, cavitas nasi'nin yan duvarlarınının bir kısmını ve orbita'nın tabanını oluşturur. İki kemik, orta hatta **sutura intermaxillaris**'te birleşir ve apertura nasalis anterior'un alt kısmını oluşturur. Orbitanın hemen altında foramen infraorbitale maxilla'yı deler. Proc. alveolaris, aşağı doğru uzanır ve karşı taraftaki eşdeğeriyle, üst dişlerin oturduğu **arcus alveolaris**'i oluşturur. Her maxilla'nın içinde mukoza ile örtülü piramit şekilli hava boşlukları olan **sinus maxillaris**'ler bulunur. Bu boşluklar, burun boşluğu ile iştirakli olup fonasyonda görev alırlar.

Os zygomaticum, elmacık çıkıntısını ve orbitanın dış ve alt duvarlarının bir kısmını oluşturur. Medialde maxilla ile eklem yapar; lateralde de os temporale'nin proc. zygomaticus'u ile eklemleşerek arcus zygomaticus'u oluşturur. Ön yüzünde n. zygomaticofacialis ve n. zygomaticotemporalis için delikler bulunur.

Mandibula, diğer adıyla alt çene kemiği, yatay bir gövde ve iki dikey koldan oluşur.



Şekil 5-1 Norma frontalis'te görülen kemikler.

Kafatasının Dışyandan Görünümü (Norma Lateralis)

Norma lateralis'in ön kısmını **os frontale** oluşturur; os parietale ile sutura coronalis'te eklemleşir (Şek. 5-3).

Os parietale'ler, kranyumun yan duvarlarını ve çatısını oluşturur; birbiri ile orta hatta sutura sagittalis'te eklemleşir. Arka tarafta, os occipitale ile sutura lambdoidea vasıtasıyla eklem yapar.

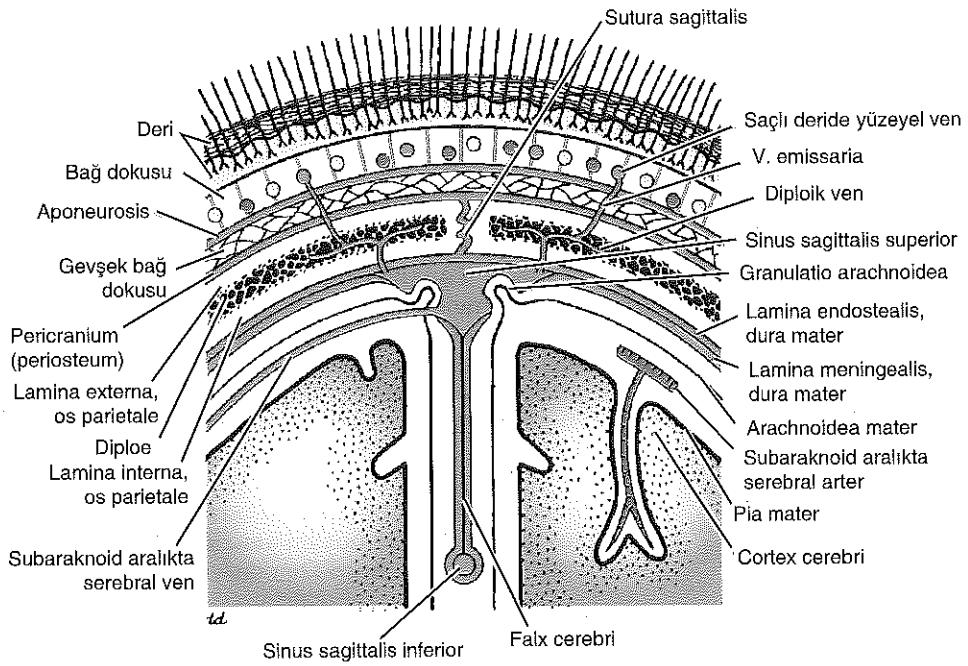
Neurocranium, os occipitale'nin squama occipitalis'i, os temporale'nin sırasıyla: pars squamosa, pars tympanica, proc. mastoideus, proc. styloideus ve proc. zygomaticus kısımları ve os sphenoidale'nin ala major'u ile dış yan tarafta tamamlanır. Meatus acusticus externus'un yerleşimine dikkat ediniz. Corpus ve ramus mandibulae daha aşağıda kalmaktadır.

Neurocranium'un en ince bölümü, os parietale'nin margo sphenoidale'si ile os sphenoidale'nin ala major'unun eklem yaptığı alan olan **pterion**'dur.

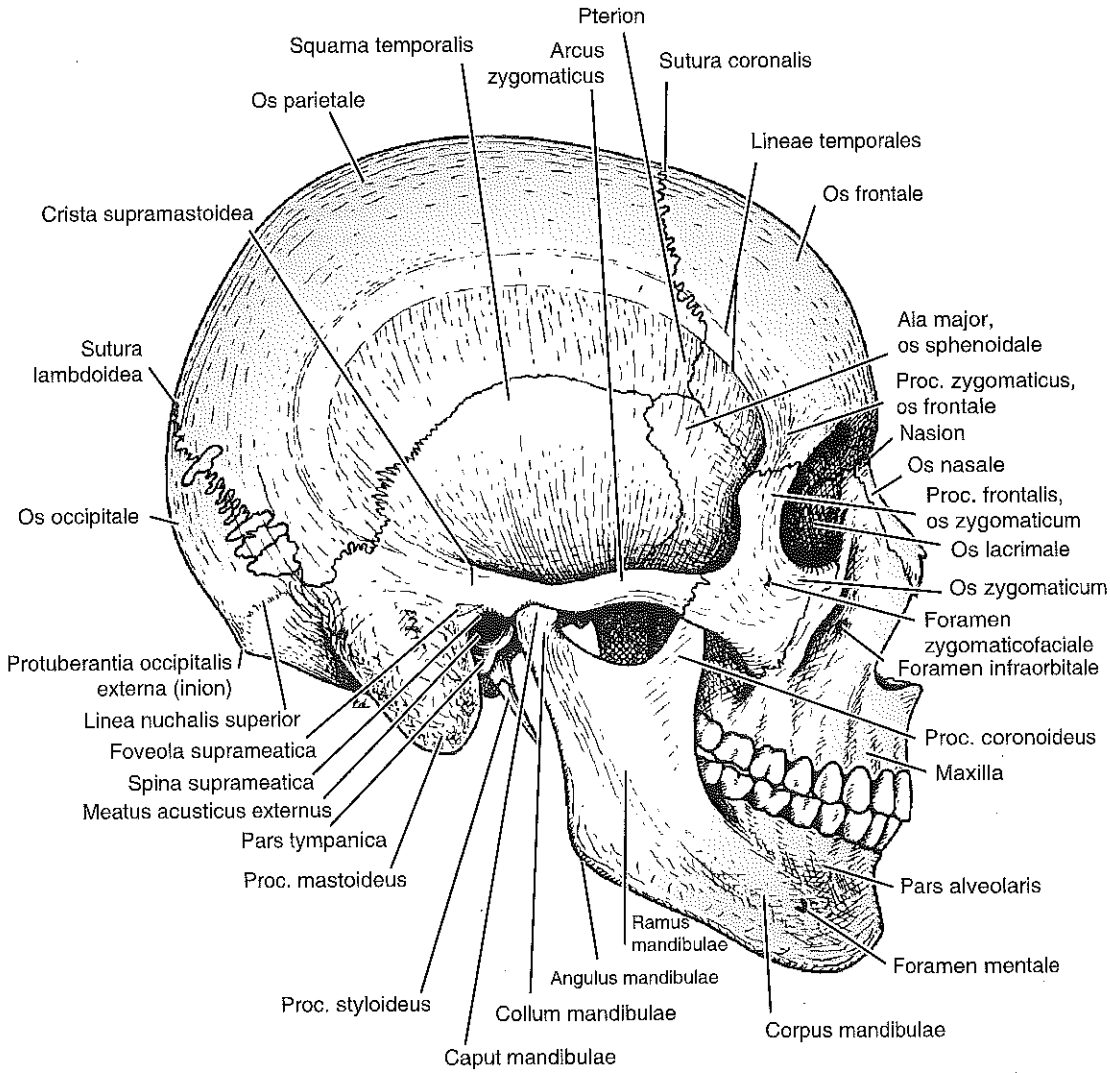
Klinik olarak pterion önemli bir alandır; çünkü hemen altında a. ve v. meningea media'nın ön dalları geçmektedir.

Linea temporalis superior ve **inferior**, os frontale'nin proc. zygomaticus'unun arka kenarından tek bir çizgi olarak başlayıp, arkaya doğru uzandıkça birbirlerinden ayrılırlar. **Fossa temporalis**, linea temporalis inferior'un altında yer alır.

Fossa infratemporalis, os sphenoidale'nin ala major'unda bulunan **crista infratemporalis**'in altında kalır. Bu çukurda bulunan **fissura pterygomaxillaris**, proc. pterygoideus ve maxilla'nın arka kenarı arasında dikey olarak uzanır. Medialinde **fossa pterygopalatina** bulunur.



Şekil 5-2 Başın üst kısmından geçen koronal kesitte; saçlı derinin katmanları, sutura sagittalis, falx cerebri, sinus sagittalis superior ve inferior, granulatio arachnoidea, vv. emissariae ve serebral damarların subaraknoid mesafedeki uzanımları görülmektedir.



Şekil 5-3 Norma lateralis'te görülen kemik yapılar.

Fissura orbitalis inferior, os sphenoidale'nin ala major'u ile maxilla arasında yatay olarak yerleşmiştir ve orbita ile ilişkiyi sağlar.

Fossa pterygopalatina, orbita'nın arkasında ve aşağısında yerleşmiş bir boşluktur. Dış tarafta fossa infratemporalis'e fissura pterygomaxillaris, iç tarafta burun boşluğuna **foramen sphenopalatina**, orta kafa çukuruna **foramen rotundum** ve önde orbitaya **fissura orbitalis inferior** ile bağlanır.

Kafatasının Arkadan Görünümü (Norma Occipitalis)

Üst kısmında her iki os parietale'nin arka kısımları (Şek. 5-4) ve aralarında bulunan **sutura sagittalis** görülür. Aşağıda os parietale'ler, squama occipitalis ile sutura lambdoidea'da eklemleşirler. Os occipitale, iki yanda os temporale'ler ile eklemleşir. Orta hatta squama occipitalis'te, **protuberantia occipitalis externa** adını alan ve boyun kasları ile lig. nuchae'ya yapışma yeri sağlayan düzensiz bir kabarıklık bulunur. Protuberantia'nın iki yanından dışarıya doğru **linea nuchalis superior**'lar uzanır.

Kafatasının Üstten Görünümü (Norma Superior)

Önde, os frontale (şekil 5-4) iki os parietale ile **sutura coronalis**'te eklemleşir. Nadiren os frontale'nin iki yarısı birleşmez ve orta hatta **sutura metopica** görülür. Arkaya doğru iki os parietale sutura sagittalis'te birleşir.

Kafatasının Alttan Görünümü (Norma Basilaris)

Eğer mandibula çıkartılırsa, norma basilaris'in ön kısmını **palatum durum**'un oluşturduğu görülür (Şek. 5-5).

Maxilla'nın proc. palatinus'u ve os palatinum'un lamina horizontalis'i rahatça seçilir. Orta hatta önde fossa incisiva ve foramina incisivi bulunur. Arka dışta **foramen palatinus majus** ve **minus** görülür.

Palatum durum'un arka sınırının hemen üstünde choanae'lar (apertura nasalis posterior) yerleşmiştir. Bunlar orta hatta vomer'in arka kenarı, dış yanlarda proc. pterygoideus'un lamina medialis'i ile sınırlanır. Lamina medialis'in alt ucu, eğik bir diken oluşturur; buna **hamulus perygoidei** denir.

Lamina lateralis'in arka dış tarafında, ala major, **foramen ovale** ve **foramen spinosum** ile delinmiştir. Foramen spinosum'un hemen arkasında spina ossis sphenoidalis bulunur.

Spina'nın arka tarafında, ala major ile os temporale'nin pars petrosa'sı arasında kalan boşlukta, tuba auditiva'nın kıkırdak parçasının oturduğu sulcus tubae auditivae ve kemik parçasının açıldığı yer görülür.

Os temporale'nin **fossa mandibularis**'i ve **tuberculum articulare**, çene ekleminin üst eklem yüzeyini oluştururlar. Fossa mandibularis ile pars tympanica'yı, sutura squamotympanica ayırır. Bunun medial kenarından chorda tympani, cavitas tympani'yi terk eder.

Proc. styloideus, os temporale'nin altından aşağıya doğru uzanır. **Canalis caroticus**'un açıklığı, pars petrosa'nın alt kısmında görülebilir.

Os temporale'nin pars petrosa'nın medial kısmı düzensizdir ve os sphenoidale'nin ala major'u ve os occipitale'nin pars basilaris'i ile beraber **foramen lacerum**'u oluştururlar. Yaşam boyunca bu delik fibröz bir doku ile kapalı olup, içinden sadece birkaç küçük damar geçer.

Os temporale'nin bir kısmını olan **pars tympanica**, meatus acusticus externus'un kemik kısmını oluşturur. Bu bölgede, pars squamosa'nın dış yüzünde suprameatal kristayı, foveola suprameatica ve spina suprameatica da görülebilir.

Proc. mastoideus ve proc. styloideus arasındaki mesafede **foramen stylomastoideum** görülür. Proc. styloideus'un medialinde, pars petrosa üzerinde bir çentik bulunur; os occipitale'de bulunan aynı isimli çentikle beraber **foramen jugulare**'yi oluştururlar.

Apertura nasalis posterior ve foramen magnum arasında os sphenoidale ve os occipitale'nin pars basilaris'i bulunur.

Alt yüzde ayrıca, birinci boyun omuru olan atlas'ın massa lateralis'leri ile eklemleşen **condylus occipitalis**'ler görülür. Kondillerin hemen üstünde, n. hypoglossus'un geçtiği **canalis nervi hypoglossi** bulunur (Şek. 5-6).

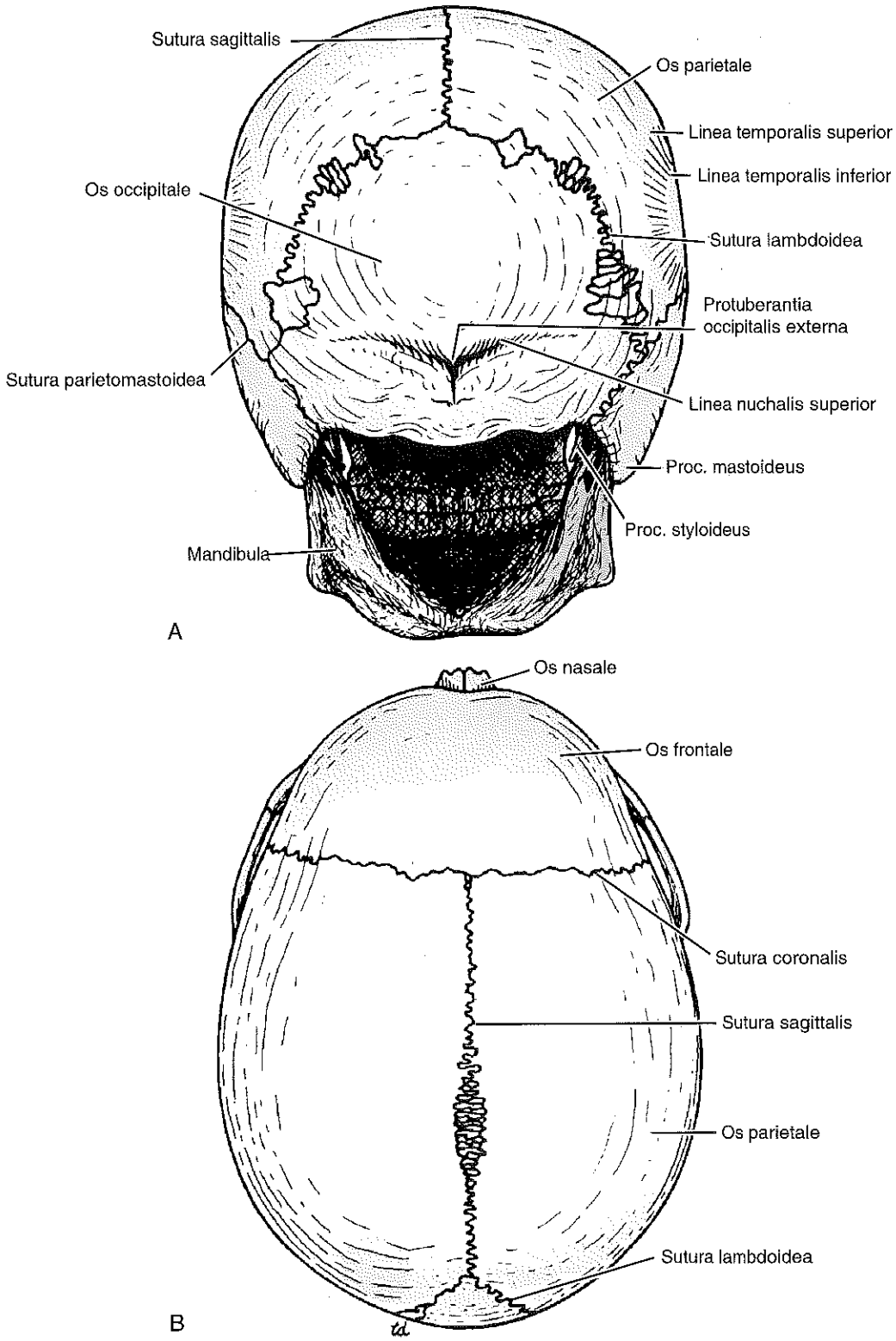
Foramen magnum'un arkasında orta hatta, protuberantia occipitalis externa yer alır.

Yenidoğan Kranyumu

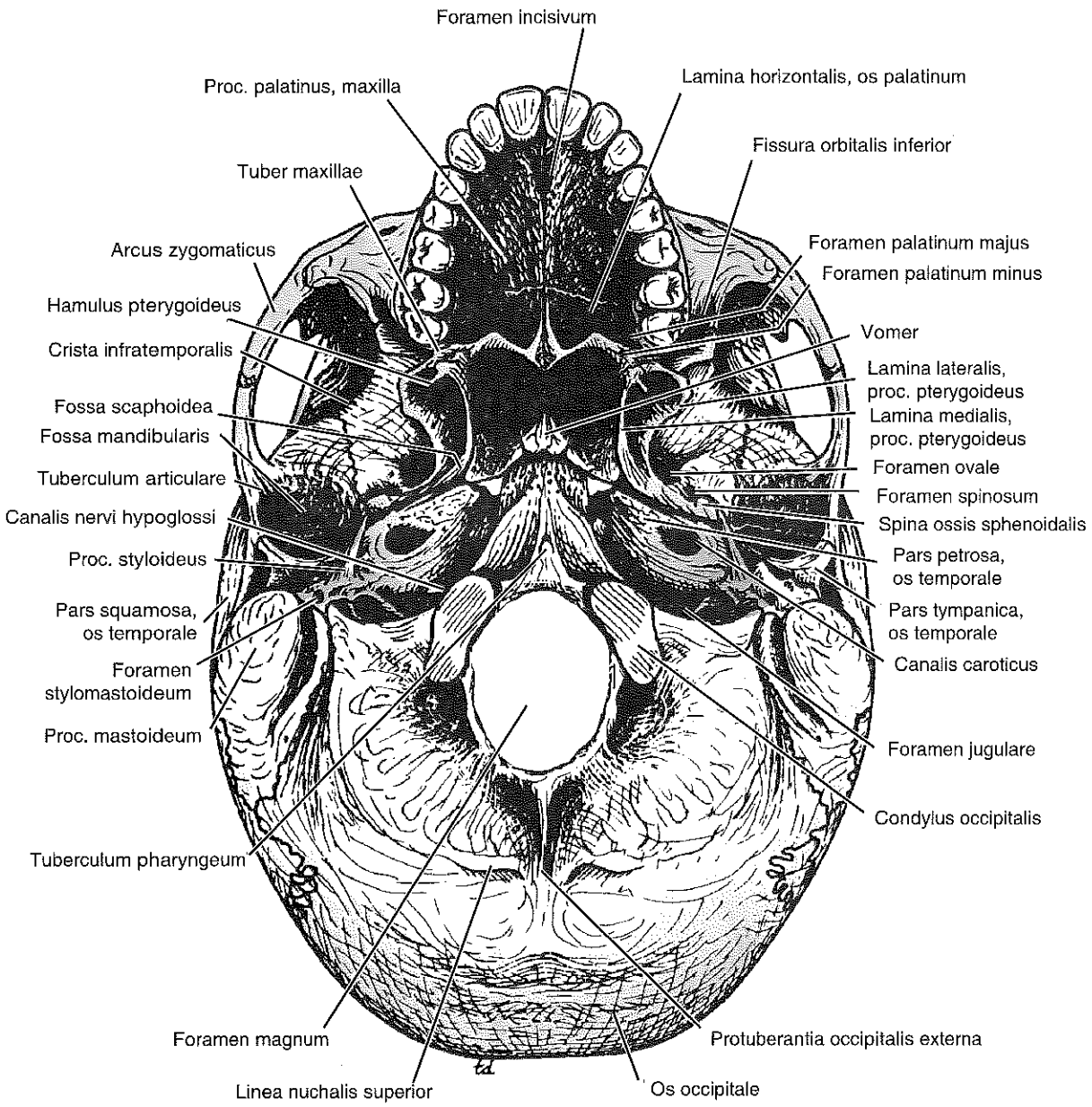
Erişkin kranyumu ile karşılaştırıldığında, yenidoğan kranyumu (Şek. 5-6), yüze kıyasla orantısız şekilde büyük bir neurocranium'a sahiptir. Çocukluk boyunca, mandibula, sinus maxilaris ve maxilla'ların proc. alveolaris'lerindeki büyüme, yüzün belirgin şekilde uzamasına neden olur.

Kafatası kemikleri unilaminer olup, diploe içermezler. Kemiklerin çoğu doğumda kemikleşmiştir; ama süreç bitmemiştir ve sonuç olarak birbirlerine kıkırdak veya fibröz doku ile bağlı kemikler hareket edebilirler. Birbirlerine suturalar ile değil kemikleşmemiş membranöz levhalar olan fontaneller (**fonticuli**) ile bağlanırlar. Klinik olarak, orta hatta palpe edilebilen ön ve arka fontaneller önemlidir.

Fonticulus anterior, elmas baklava dilimi şekilli olup, önde os frontale'nin iki parçası ve arkada iki os parietale arasındadır (Şek. 5-6). Ön fontaneli örten membran kemikleşmeye devam eder ve doğumdan sonra 18. ayda kapanır. **Fonticulus posterior**, üçgen şekilli olup, önde ik os parietale ve arkada os occipitale arasındadır.



Şekil 5-4 Cranium kemiklerinin arkadan **(A)** ve üstten **(B)** görünümü.



Şekil 5-5 Norma basilaris'in alttan görünümü.

Doğumdan sonra ilk yılın sonunda genelde kapanır ve palpe edilemez.

Os temporale'nin **pars tympanica**'sı, erişkinlerin aksine, C-şekilli bir halkadır. Proc. mastoideus doğumda bulunmaz (Şek. 5-7), m. sternocleidomastiodeus'un etkisiyle, çocuk başını tutmaya başladıktan sonra ortaya çıkar.

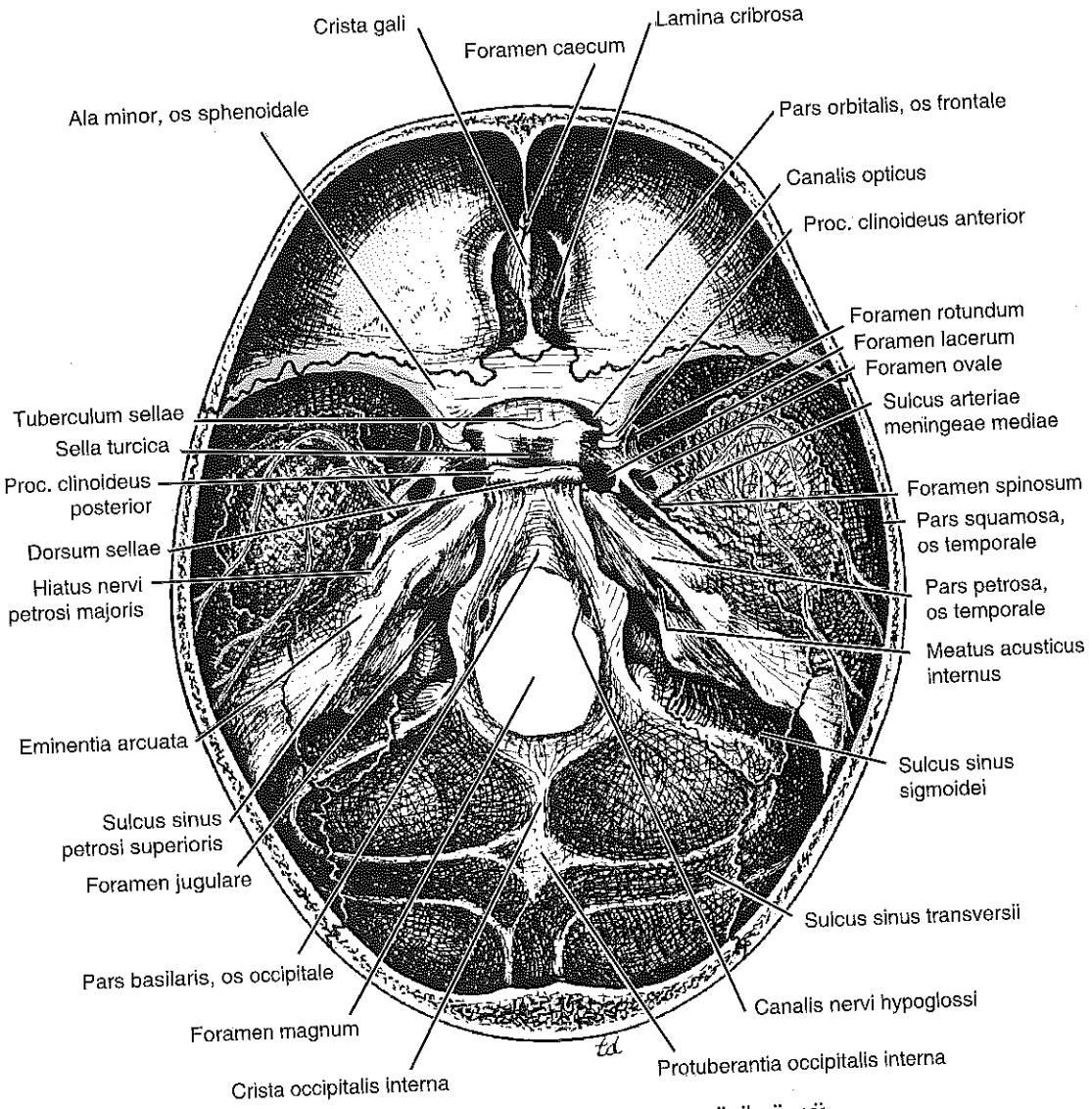
Mandibula doğumda, orta hatta fibröz bir doku ile birbirine tutunmuş iki parçadan oluşur. Bir yaşında iki parça **symphysis madibulae**'da kaynaşır.

Cavitas Cranii

Cavitas cranii, beyin, onu saran zarlar, kranyal sinirlerin bazı kısımlarını, arterleri, venleri ve venöz sinüsleri içerir.

Kafatasının Tavanı (Calvaria)

Calvaria'nın iç yüzünde, sutura coronalis, sagittalis ve lambdoidea görülür. Orta hatta alçak bir oluk olan **sulcus sinus sagittalis** bulunur. Her iki yanda, kafa taba-



Şekil 5-6 Kafa tabanının içten görünümü.

nından yükselen a. meningea media'nın ön ve arka dalları için sulci arteriosi isimli oluklar bulunur.

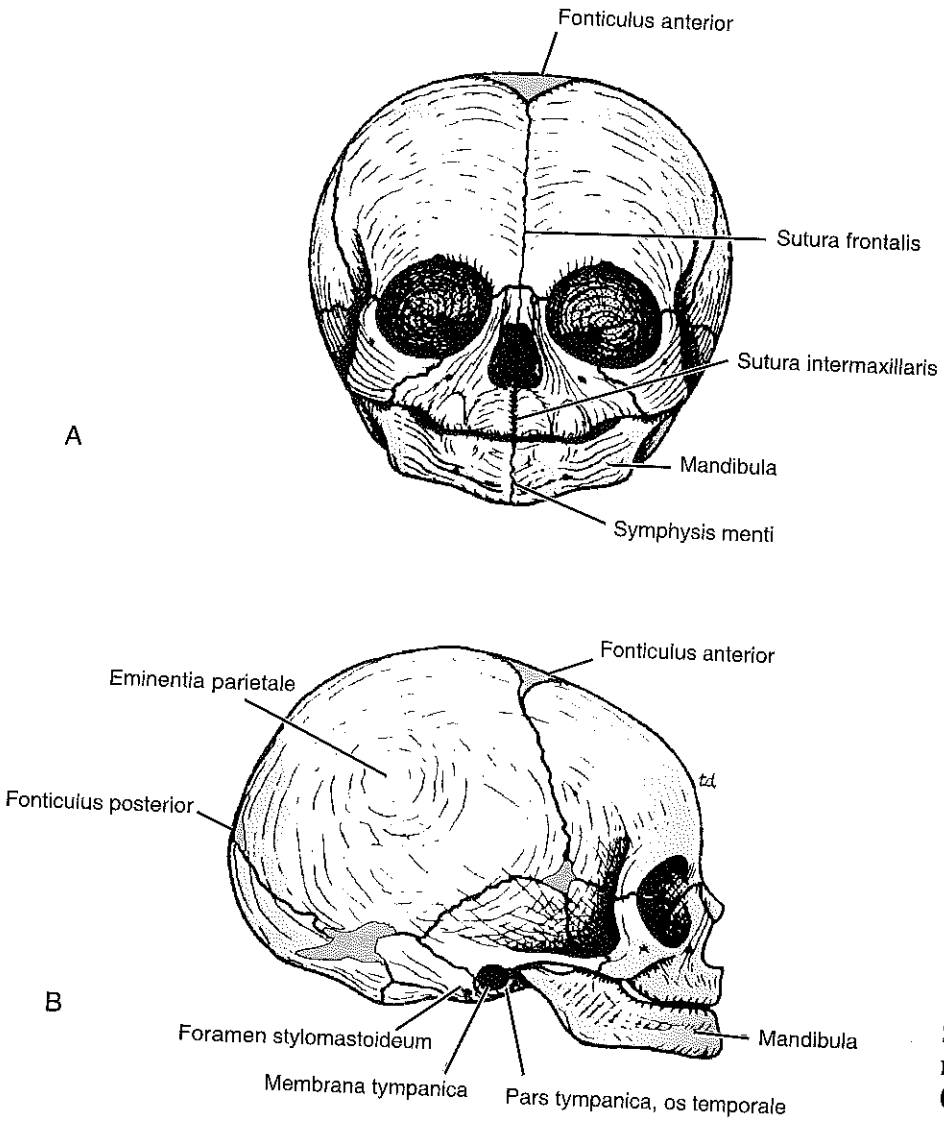
Basis Cranii

Kafa tabanının iç yüzü (Şek. 5-6), fossa cranii anterior, media ve posterior olmak üzere üç çukura ayrılır. Ön ve orta kafa çukurunu os sphenoidale'nin ala minor'u, orta ve arka kafa çukurlarını os temporale'nin pars petrosa'sı ayırır.

Fossa Cranii Anterior

Sağ ve sol lobus frontalis'e ev sahipliği yapar. Önde os frontale'nin iç yüzü ile sınırlıdır ve orta hatta **falx cerebri**'nin tutunacağı crista galli bulunur. Arka sınırını, os frontale ile eklem yapan ve dışta os parietale'nin angulus sphenoidalis'ine (pterion) uzanan os sphenoidale'nin ala minor'u oluşturur. İç tarafta ala minor'lar, tentorium cerebelli'nin tutunduğu **proc. clinoideus anterior**'ları oluşturur. Orta hatta çukurun arka sınırını sulcus prechiasmaticus meydana getirir.

Çukurun tabanını, lateralde os frontale'nin pars orbitalis'i, medialde os ethmoidale'nin **lamina cribrosa**'sı oluşturur (Şek. 5-6). Os ethmoidale'nin orta hattaki çıkıntısı olan crista galli, falx cerebri'nin tutunma yeridir. Crista galli ve crista frontalis arasında küçük bir delik olan **foramen caecum** bulunur ve içinden burun mukozasından sinus sagittalis superior'e giden bir ven geçer. Crista galli'nin iki yanında, lamina cribrosa'da, burun



Şekil 5-7 Yenidoğan kranyumunun önden **(A)** ve yandan **(B)** görünümü.

boşluğuna giden **n. ethmoidalis anterior**'un oturduğu bir yarık bulunur. Lamina cribrosa'nın üst yüzüne **bulbus olfactorius** oturur ve buradaki küçük deliklerden **nn. olfactorii** geçer.

Fossa Cranii Media

Fossa cranii media, küçük bir median kısım ve iki tarafa doğru uzanan lateral kısımlardan oluşur (Şek. 5-6). Bir yükselti olan median kısım, os sphenoidale'nin corpus'u tarafından oluşturulur. Lateral kısımlar, her iki yanda çukur oluşturup, beynin **lobus temporalis**'ine ev sahipliği yapar.

Ön tarafta, os sphenoidale'nin ala minor'unun keskin arka kenarı; arkada, os temporale'nin pars petrosa'sının üst kenarı ve yanlarda squama temporalis, os parietale ve os sphenoidale'nin ala major'u tarafından sınırlandırılır.

Lateral kısmın tabanını os sphenoidale'nin ala major'u ve os temporale'nin pars petrosa'sı ve pars squamosa'sı oluşturur.

Os sphenoidale, merkezi yerleşimli gövdesi ile kanatları yanlara doğru açılmış bir yarasaya benzetilebilir. Corpus sphenoidale içinde, mukoza ile örtülü **sinus sphenoidalis** bulunur ve burun boşluğu ile ilişkili olup, ses rezonasyonunda görevlidir.

Önde, canalis opticus, n. opticus ve a. carotis interna'nın bir dalı olan a. ophthalmica'yı ihtiva eder. Os sphenoidale'nin ala major ve minor'u arasında bir yarık olan **fissura orbitalis superior**'dan, n. lacrimalis, n. frontalis, n. trochlearis, n. oculomotorius, n. nasociliaris, n. abducens ve onlara eşlik eden v. ophthalmica superior geçer. Ala minor'un arka kenarı boyunca uzanan sinus sphenoparietalis, sinus cavernosus'a drene olur.

Fissura orbitalis superior'un medial ucunun arkasında bulunan **foramen rotundum**, ala major'u deler ve

ganglion trigeminale (ggl. semilunare)'den çıkan **n. maxillaris**'i fossa pterygopalatina'ya iletir.

Foramen rotundum'un posterolateralinde, **foramen ovale** bulunur (Şek. 5-6). Os sphenoidale'nin ala major'unu deler ve n. mandibularis'in büyük duysal ve küçük motor dalını fossa infratemporalis'e iletir.

Daha küçük olan **foramen spinosum**, foramen ovale'nin posterolateralinde ala major'u deler. A. meningea media'nın fossa infratemporalis'ten cavitas cranii'ye geçmesine izin verir. Arter daha sonra os temporale'nin pars squamosa'sı ve os sphenoidale'nin ala major'unda bir oluk içinde öne ve dışa doğru yönelir (Şek. 5-6). Kısa bir mesafeden sonra arter, ön ve arka olmak üzere iki dala ayrılır. Ön dal, os parietale'nin angulus sphenoidalis'inden yukarı doğru uzanır (Şek. 15-5). Burada, arter oldukça derin bir oluk veya tünel içinde kısa bir mesafe uzanıp os parietale'de arkaya yukarı doğru uzanımına devam eder. Başın yan tarafından gelebilecek darbeler, arteri bu bölgede zedeleyebilir. Arka dalı, os temporale'nin pars squamosa'sında arkaya doğru uzanır ve os parietale'ye ulaşır.

Düzensiz şekilli büyük delik olan **foramen lacerum**, os temporale'nin pars petrosa'sının apex'i ve os sphenoidale arasındadır (Şek. 5-6). Bu deliğin alt açıklığı, erişkinde kıkırdak ve fibröz doku ile kapalı olup, sedece küçük damarların geçmesine izin verir.

Foramen lacerum'un kapalı alt açıklığının hemen üstünde, **canalis caroticus** açılır. A. carotis interna, canalis caroticus'dan geçip deliğe ulaşır ve hemen yukarı dönüp corpus sphenoidale'nin yan taraflarına ulaşır. Burada, sinus cavernosus'un içinde öne döner ve proc. clinoideus anterior'a ulaşır. Bu noktada arter, yukarı ve içe doğru kıvrılarak sinus cavernosus'tan çıkar (bkz. s. 475).

Foramen lacerum'un lateralinde, **gang. trigeminale**'nin oturduğu impressio trigeminalis bulunur. Pars petrosa'nın ön yüzünde, iki sinir için oluklar bulunur; büyük medial oluktan n. facialis'in dalı olan **n. petrosus major**; küçük lateral oluktan plexus tympanicus'un dalı olan n. **petrosus minor** geçer. N. petrosus major, gang. trigeminale'nin derininde foramen lacerum'a girer ve n. petrosus profundus (a. carotis interna etrafındaki sempatik lifler) ile **n. canalis pterygoidei**'yi oluştururlar. N. petrosus minor, foramen ovale'nin önünde uzanır.

N. abducens, gang. trigeminale'nin medialinde apex partis petrosa'yı keskin bir şekilde önden çaprazlar ve fossa cranii posterior'u terk edip, sinus cavernosus'a girer.

Eminentia arcuata, pars petrosa'nın ön tarafında bulunan yuvarlak bir kabartı olup, **canalis semicircularis superioris** tarafından oluşturulur.

Pars petrosa'da bulunan ince kemik bir plaka olan **tegmen tympani**, pars squamosa'yla kaynaşır (Şek. 5-6). Arkadan öne doğru, antrum mastoideum, cavitas tympani ve tuba auditiva'nın çatısını oluşturur. Bu ince kemik parçası, cavitas tympani'deki enfeksiyonu temporal lobdan ayıran tek yapıdır.

Fossa cranii media'nın medial kısmını corpus sphenoidale oluşturur (Şek. 5-6). Önde, chiasma opticum ile ilişkili olan **sulcus chiasmaticus**, yanlara **canalis opticus** olarak devam eder. Sulcus'un hemen arkasında, **tuberculum sellae** yer alır. Bunu arkasında, hipofiz bezine ev sahipliği yapan, oldukça derin bir çukur olan **sella turcica** bulunur. Sella, arka tarafta dörtgen bir kemik parçası olan **dorsum sellae** ile sınırlanır. Dorsum sellae'nın arka üst kenarında, tentorium cerebelli'ye tutunma yeri sağlayan iki adet, **proc. clinoideus posterior** bulunur.

Sinus cavernosus, corpus sphenoidale ile yakın ilişkilidir (bkz. s. 434). Lateral duvarında, 3. ve 4. kraniyal sinirleri ve 5. kraniyal sinirin dalları olan n. ophthalmicus ve n. maxillaris uzanır (Şek. 15-6). A. carotis interna ve 6. kraniyal sinir, sinus'un içinden öne doğru uzanırlar.

Fossa Cranii Posterior

Fossa cranii media, derin bir çukur olup, rhombencephalon bölümleri olan cerebellum, pons ve medulla oblongata'ya ev sahipliği yapar. Önde, os temporale'nin pars petrosa'sının üst kenarı ile; arkada, squama occipitalis'in iç yüzüyla sınırlandırılmıştır (Şek. 5-6). Tabanı, os occipitale'nin pars basilaris'i, pars condylaris'i ve pars squamosa'sı ve os temporale'nin pars mastoideus'u tarafından oluşturulur.

Çukurun çatısı, bir dura katlantısı olan ve altta cerebellum ve üstte lobus occipitalis'leri ayıran **tentorium cerebelli** tarafından oluşturulur (Şek. 15-3).

Tabanın ortasına yerleşmiş olan **foramen magnum**'dan, medulla oblongata, onu saran meninksler, n. accessorius'ların spinal dalları ve iki a. vertebralis geçer.

Foramen magnum'un anterolateral sınırında bulunan **canalis nervi hypoglossi**'den (Şek. 5-6), **n. hypoglossus** geçer.

Os temporale'nin pars petrosa'sı ve os occipitale'nin pars condylaris'i arasında **foramen jugulare** oluşur. İçinden arkadan öne doğru; sinus petrosus inferior, n. glossopharyngeus, n. vagus, n. accessorius ve **sinus sigmoideus** geçer. Sinus petrosus inferior, foramen jugulare'ye ulaşmak için, pars petrosa'da kendine ait bir olukta uzanır. Sinus sigmoideus, foramen'de aşağı döner ve dışarıya **v. jugularis interna** olarak çıkar.

Os temporale'nin pars petrosa'sının arka yüzünde bir delik olan **meatus acusticus internus**'un içinden n. vestibulocochlearis ve n. facialis'in motor ve duysal kökleri geçer.

Orta hatta, foramen magnum'un arkasından, **protuberantia occipitalis interna**'ya doğru uzunan **crista occipitalis interna**, sinus occipitalis üzerinde bulunan falx cerebelli için tutunma yeri oluşturur.

Protuberantia occipitalis interna'nın her iki tarafında, **sulcus sinus transversus** isimli oluklar uzanır (Şek. 5-6). Bu oluklar squama occipitalis'in iç yüzünde dışa doğru uzanır ve os parietale'nin angulus mastoideus'una ulaşırlar. Os temporale'nin pars mastoidea'sına geçen oluk aşağı döner ve **sulcus sinus sigmoideus** adını alır. Sinus petrosus superior, pars petrosa'nın üst yüzünde bir olukta arkaya doğru uzanır ve sinus sigmoideus'a dökülür. **Sinus sigmoideus**, foramen jugulare'ye doğru uzanırken, pars petrosa ve pars mastoideum üzerinde belirgin oluklar meydana getirir. Burada, antrum mastiodeum'un tam arkasından yer alır.

Tablo 5-1, kafa tabanında bulunan önemli açıklıkları ve içlerinden geçenlerin özetini vermektedir.

Mandibula

Alt çene kemiği olan mandibula, yüzdeki en büyük ve güçlü kemik olup, cranium ile art. temporomandibularis aracılığıyla eklem yapar (Şek. 5-3).

Atnalı şeklindeki bir corpus ve iki adet ramus'tan meydana gelir (Şek. 5-1). Corpus ve ramus, angulus mandibulae'da birleşirler.

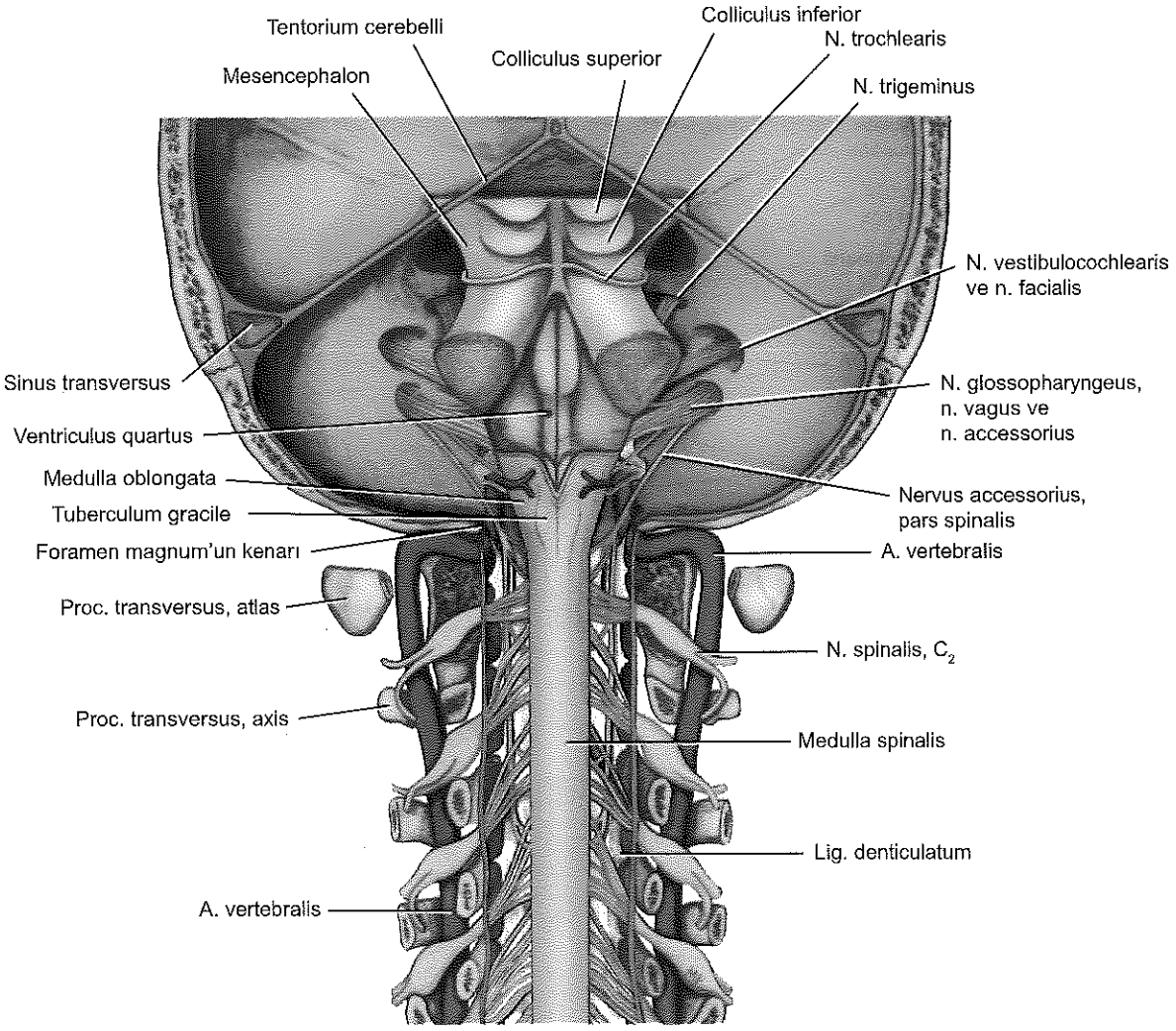
Beyin Sapına Giriş

Beyin sapı (truncus cerebri), medulla oblongata, pons ve mesencephalon'dan oluşup, fossa cranii posterior'da yerleşmiştir (Şek. 5-8). Bir kök şeklinde olup, oldukça ince olan medulla spinalis ile genişlemiş prosencephalon'u birbirine bağlar (atlas şekillerine bkz. 1-8).

Beyin sapının üç önemli görevi vardır: (1) medulla spinalis'i daha üst merkezlere bağlayan inen ve çıkan yollar için geçiş yeridir; (2) solunum kontrolü ve kardiyovasküler sistemle ilgili refleksler ve bilinç kontrolü için

Tablo 5-1 Kafa tabanında bulunan önemli açıklıklar ve içinden geçen yapılar

Açıklık	Kemik	Geçen yapılar
Fossa cranii anterior		
Lamina cribrosa'nın delikleri - foramina cribrosa	Os ethmoidale	Nn. olfactorii
Fossa cranii media		
Canalis opticus	Ala minor, os sphenoidale	N. opticus, a. ophthalmica
Fissura orbitalis superior	Ala minor ve major arası	N. lacrimalis, n. frontalis, n. trochlearis, n. oculomotorius, n. nasociliaris, n. abducens, v. ophthalmica superior
Foramen rotundum	Ala major	N. maxillaris
Foramen ovale	Ala major	N. mandibularis, n. petrosus minor
Foramen spinosum	Ala major	A. meningea media
Foramen lacerum	Pars petrosa ve os sphenoidale arası	A. carotis interna
Fossa cranii posterior		
Foramen magnum	Os occipitale	Medulla oblongata, n. accessorius'un pars spinalis'i, sağ ve sol a. vertebralis'ler
Canalis nervi hypoglossi	Os occipitale	N. hypoglossus
Foramen jugulare	Pars petrosa ve pars condylaris arasında	N. glossopharyngeus, n. vagus, n. accessorius, sinus sigmoideus ise v. jugularis interna olarak uzanır
Meatus acusticus internus	Pars petrosa	N. vestibulocochlearis ve n. facialis



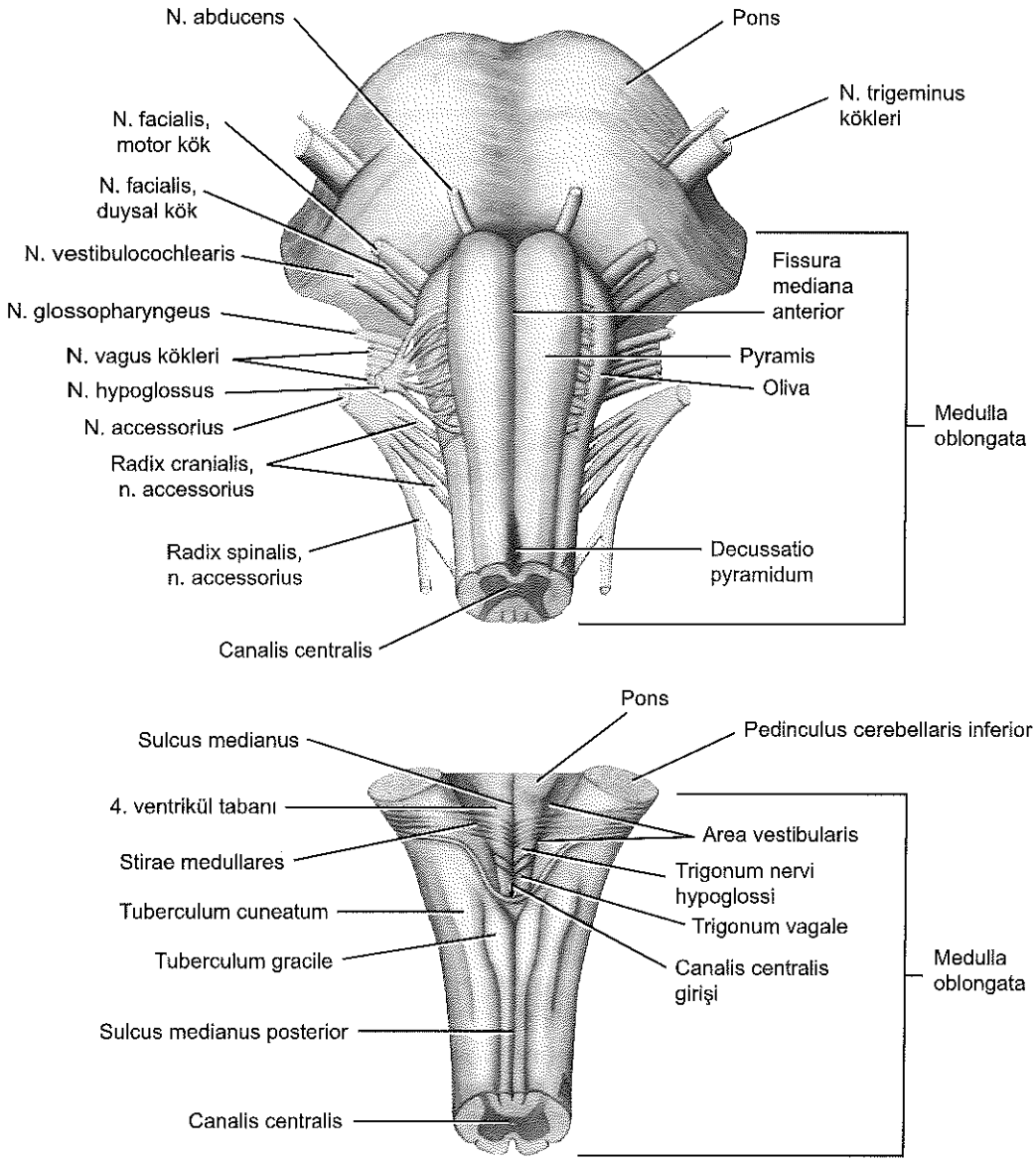
Şekil 5-8 Beyin sapının arkadan görünümü; os occipitale, os parietale, cerebrum, cerebellum, ventriculus quartus'un çatısı, üst servikal vertebraların laminaları uzaklaştırılmış.

merkez niteliğindedir; (3) III-XII arasındaki kraniyal sinirlerin çekirdeklerini içerir.

Medulla Oblongata'nın Makroskopik Görünümü

Medulla oblongata yukarıda pons'a, aşağıda medulla spinalis'e bağlanmıştır (Şek. 5-9). Medulla oblongata ile medulla spinalis'in birleşim yeri, 1. servikal spinal sinirin ön ve arka köklerinin çıkış yeri hizasındadır ve yaklaşık olarak foramen magnum seviyesine uyar. Medulla oblongata koni şeklindedir ve geniş ucu yukarı doğru yönlenmiştir. Medulla spinalis'in canalis centralis'i medulla oblongata'nın alt yarısı içinde yukarı doğru ilerler, medulla oblongata'nın üst yarısı içinde canalis centralis 4. ventrikül boşluğu olarak genişler (Şek. 5-9).

Medulla oblongata'nın ön yüzünde **fissura mediana anterior** bulunur. Bu fissura aşağıda medulla spinalis'in aynı isimli yarığı ile devam eder (Şek. 5-9). Median fissura'nın her iki yanında **pyramis** adı verilen şişlik bulunur. Pyramis'leri, sinir lifleri ve serebral korteksin gyrus precentralis'i içindeki büyük sinir hücrelerinden orijin alan kortikospinal lifler oluşturur. Pyramis'ler aşağı gittikçe incelirler ve aşağı inen liflerin çoğu karşı tarafa geçerek **decussatio pyramidum** denilen çaprazı oluştururlar (Şek. 5-9). **Fibrae arcuatae externae anteriores** denilen birkaç sinir lifi, decussatio yukarısında fis-



Şekil 5-9 Medulla oblongata. **A:** önden görünüm. **B:** Arkadan görünüm. 4. ventrikül çatısı ve cerebellum uzaklaştırılmış.

sura mediana anterior'dan çıkarlar ve medulla oblongata'nın yüzeyi üzerinde laterale doğru ilerleyerek cerebellum'a girerler. Pyramis'lerin posterolateralinde, nucleus olivaris inferior'lar tarafından oluşturulan oval kabartılara **oliva** denir. Pyramis ile oliva arasındaki oluk içinden n. hypoglossus kökleri çıkar. Oliva'ların arkasında, medulla oblongata'yı cerebellum'a bağlayan **pedunculus cerebellaris inferior**'lar (Şekil 5-9) bulunur. Oliva ve pedunculus cerebellaris inferior arasındaki oluk içinden n. glossopharyngeus ve n. vagus kökleri ile n. accesorius'un kranial kökleri çıkar (Şekil 5-9).

Medulla oblongata'nın üst yarısının arka yüzü, **4. ventrikül** tabanının alt bölümünü oluşturur (Şekil 5-9). Medulla oblongata'nın alt yarısının arka yüzü, medulla spinalis'in arka yüzü ile devam eder ve bu yüzde sulcus medianus posterior bulunur. Sulcus medianus posterior'un her iki yanında **nucleus gracilis** tarafından oluşturulan **tuberculum gracile** denilen uzunlamasına kabarıklık bulunur (Şekil 5-9). Tuberculum gracile'nin lateralinde nucleus cuneatus tarafından oluşturulan **tuberculum cuneatum** denilen benzer kabarıklık bulunur.

İç Yapısı

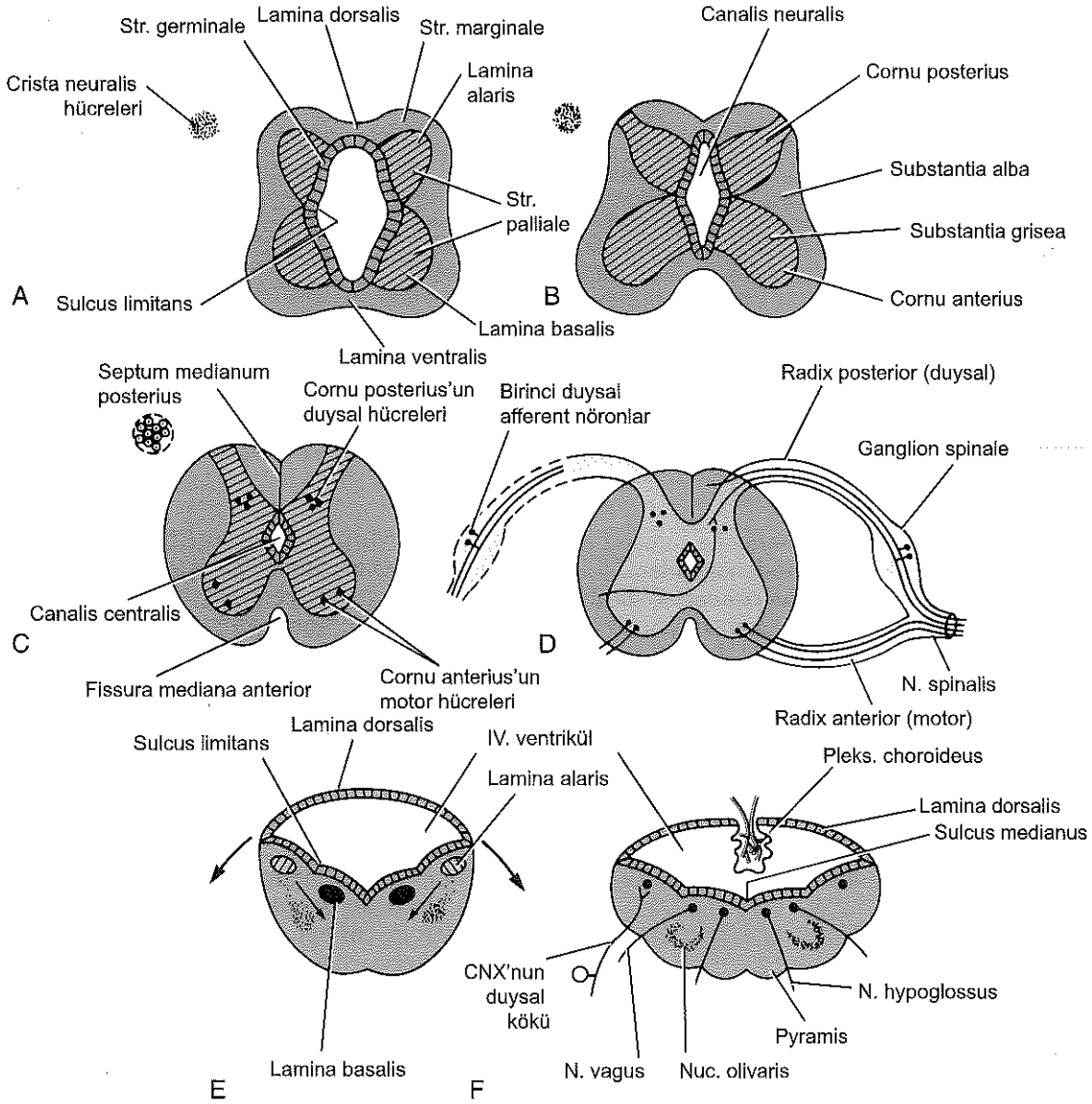
Medulla spinalis'de olduğu gibi, medulla oblongata da ak madde ve gri madde içerir. Fakat bu bölgenin transvers kesitlerinin incelenmesi, bu bölgenin kapsamlı bir şekilde

yeniden düzenlenmiş olduğunu gösterir. Bu yeniden düzenlenme olayı, nöral tübün, 4. ventrikülü oluşturacak olan arka beyin vezikülünü meydana getirmek üzere genişlemesi ile embriyolojik olarak, açıklanabilir (Şekil 5-10). Dördüncü ventrikülün aşırı dışyana yayılması, embriyonun lamina alaris ve lamina basalis türevlerinin yerleşimlerinin değişmesine neden olur. Bu kavramı anlayabilmek için, medulla spinalis'de **lamina alaris**'in sulcus limitans'ın arkasında ve lamina basalis'in **sulcus limitans**'ın önünde; medulla oblongata'da ise lamina alaris'in sulcus limitans'ın lateralinde ve lamina basalis'in sulcus limitans'ın medialinde yerleşmiş olduğunu hatırlayınız (Şekil 5-10).

Medulla oblongata'nın iç yapısı dört düzeyde ele alınır (1) Decussatio pyramidum düzeyi, (2) Decussatio lemniscorum düzeyi, (3) Oliva düzeyi ve (4) Pons'un hemen alt düzeyi. Medulla oblongata'nın değişik düzeylerinin karşılaştırılması ve her düzeyde bulunan majör yapılar için Tablo 5-2'ye bakınız.

Decussatio Pyramidum Düzeyi

Medulla oblongata'nın alt yarısında yapılan (Şekil 5-11A ve 5-12) transvers bir kesit büyük motor çapraz olan **decussatio pyramidum**'dan geçer. Medulla oblongata'nın üst bölümünde kortikospinal lifler bulunur ve bu lifler pyramis'i oluştururlar. Bu liflerin yaklaşık 3/4'ü aşağıda orta hattı çaprazlar ve tractus corticospinalis lateralis olarak funiculus lateralis içinde medulla spinalis'te aşağı doğru devam ederler. Orta hattı çaprazlayan bu lif-



Şekil 5-10 Medulla spinalis **(A, B, C, D)** ve medulla oblongata'nın **(E, F)** gelişimindeki evreler. Crista neuralis hücreleri, kranial sinir ganglionları ile ganglion spinale'lerdeki ilk afferent duysal nöronları oluşturacaklardır.

Tablo 5-2 Medulla Oblongata'nın farklı düzeylerinin karşılaştırılması ve her düzeydeki major yapıların gösterilmesi[a]

Düzey	Kavite	Çekirdekler	Motor Yollar	Duysal Yollar
Decussatio pyramidum	Canalis centralis	Nucleus gracilis, nucleus cuneatus, nucleus spinalis nervi trigemini, nucleus nervi accessorii	Decussatio pyramidum	Tractus spinalis nervi trigeminalis, tractus spinocerebellaris posterior, tractus spinothalamicus lateralis, tractus spinocerebellaris anterior
Decussatio lemniscorum medialium	Canalis centralis	Nucleus gracilis, nucleus cuneatus, nucleus spinalis nervi trigemini, nucleus nervi accessorii, nucleus nervi hypoglossi	Pyramis'ler	Decussatio lemniscorum medialium, fasciculus gracilis, fascicilus cuneatus, tractus spinalis nervi trigeminalis, tractus spinocerebellaris posterior, tractus spinothalamicus lateralis, tractus spinocerebellaris anterior
Oliva'lar, pedunculus cerebellaris inferior	4. ventrikül (ventriculus uartus)	Nucleus olivaris inferior, nucleus spinalis nervi trigemini, vestibular nucleus, glossoopharyngeal nucleus, vagal nucleus, nucleus nervi hypoglossi, nucleus ambiguus, nucleus solitarius	Pyramis'ler	Fasciculus longitudinalis medialis, tractus tectospinalis, lemniscus medialis, tractus spinalis nervi trigeminalis, tractus spinothalamicus lateralis, tractus spinocerebellaris anterior
Pons'un hemen altı	4. ventrikül	Nucleus vestibularis lateralis, nuclei cochleares		Gri ve ak madde dağılımında major değişiklikler yoktur

[a]Formatio reticularis'in bütün düzeylerde var olduğuna dikkat ediniz.

ler, medulla spinalis'te columna anterior ile canalis centralis etrafındaki gri maddeyi birbirinden ayırırlar.

Fasciculus gracilis ve **fasciculus cuneatus**, substantia grisea centralis'in arkasında yukarı doğru devam ederler (Şekil 5-11A ve 5-12). **Nucleus gracilis** ve **nucleus cuneatus**, substantia grisea centralis'in arkaya doğru olan uzantıları olarak görülür.

Medulla spinalis'de arka kolondaki **substantia gelatinosa**, nucleus spinalis nervi trigemini'nin alt ucu ile devam eder. Bu çekirdeğin lifleri, çekirdek ile bulbus'un yüzeyi arasında seyrederler.

Medulla spinalis'in ön ve laterel kolonları, bu kesitte kolaylıkla tanımlanabilir ve liflerinin dizilişleri değişmez (Şek. 5-11A ve 5-12).

Decussatio Lemniscorum Düzeyi

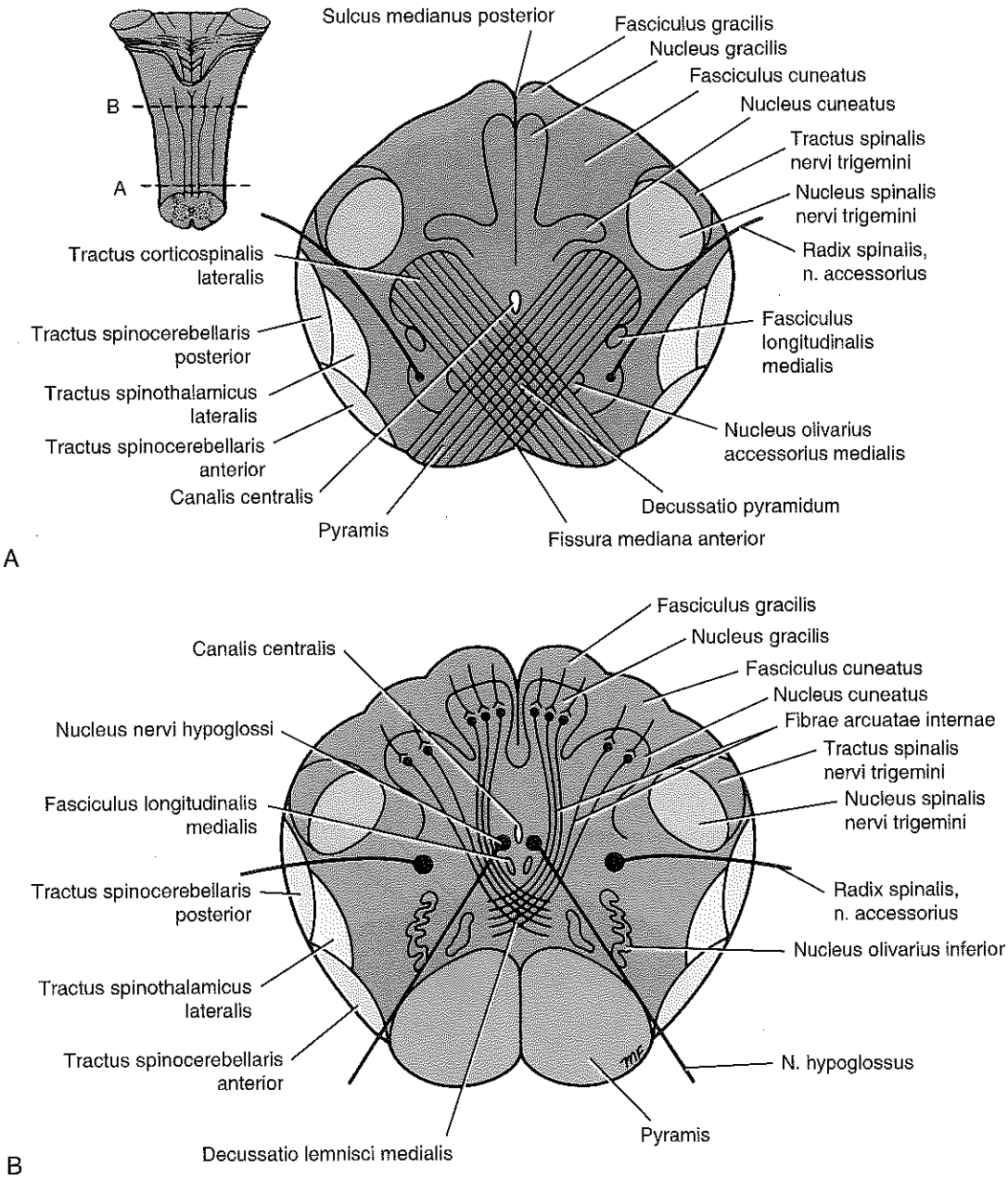
Bulbus'un alt yarısında, decussatio pyramidum'un biraz yukarısından geçen transvers bir kesit, büyük duysal çapraz olan **decussatio lemniscorum**'dan geçer (Şek. 5-13 ve 5-11B). Decussatio lemniscorum, substantia grisea centralis'in önünde, pyramis'in arkasında yer alır. Decussatio lemniscorum'u, nucleus gracilis ve nucleus cuneatus'un ön yüzünden çıkan **fibrae arcuatae internae** denilen lifler oluşturur. Fibrae arcuatae internae, ilk önce substantia grisea centralis etrafında öne ve laterale doğru giderler. Sonra karşı tarafın aynı isimli lifleri ile çaprazlaşmak üzere orta hatta doğru mediale dönerler (Şek. 5-11B ve 5-13).

Nucleus spinalis nervi trigemini, fibrae arcuatae internae'nin lateralinde bulunur. Tractus spinalis nervi trigemini, nucleus spinalis nervi trigeminalis'in lateralinde yer alır (Şek. 5-11B ve 5-13).

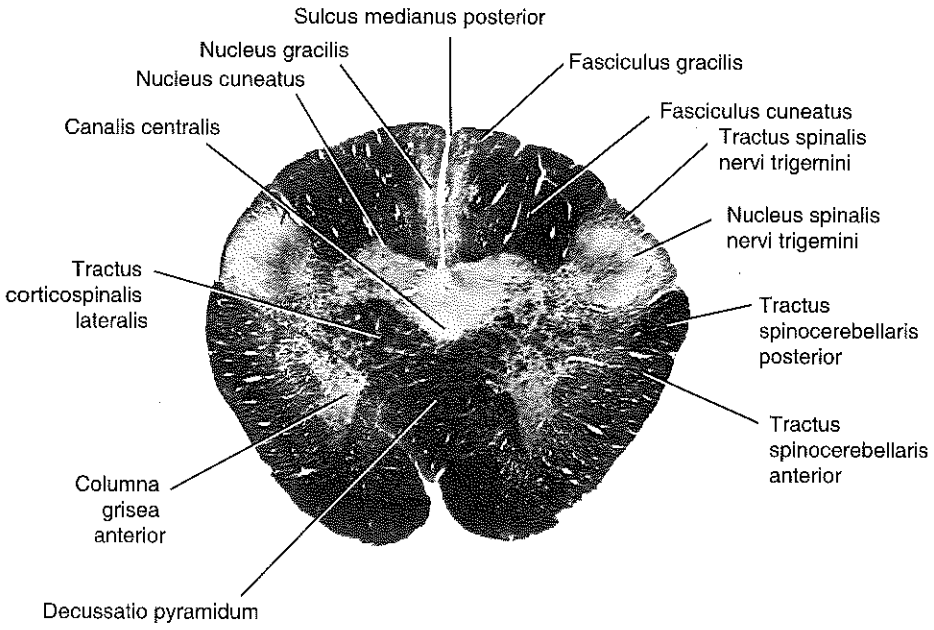
Tractus spinothalamicus anterior, tractus spinothalamicus lateralis ve tractus spinotectalis, decussatio lemniscorum'un lateralindeki alanda bulunurlar (Şek. 5-11B). Bu yollar birbirlerine oldukça yakındır ve hep birlikte lemniscus spinalis olarak bilinirler. Tractus spinocerebellaris, tractus vestibulospinalis ve tractus rubrospinalis, bulbus'un anterolateral bölümünde yer alırlar.

Oliva'lar Düzeyi

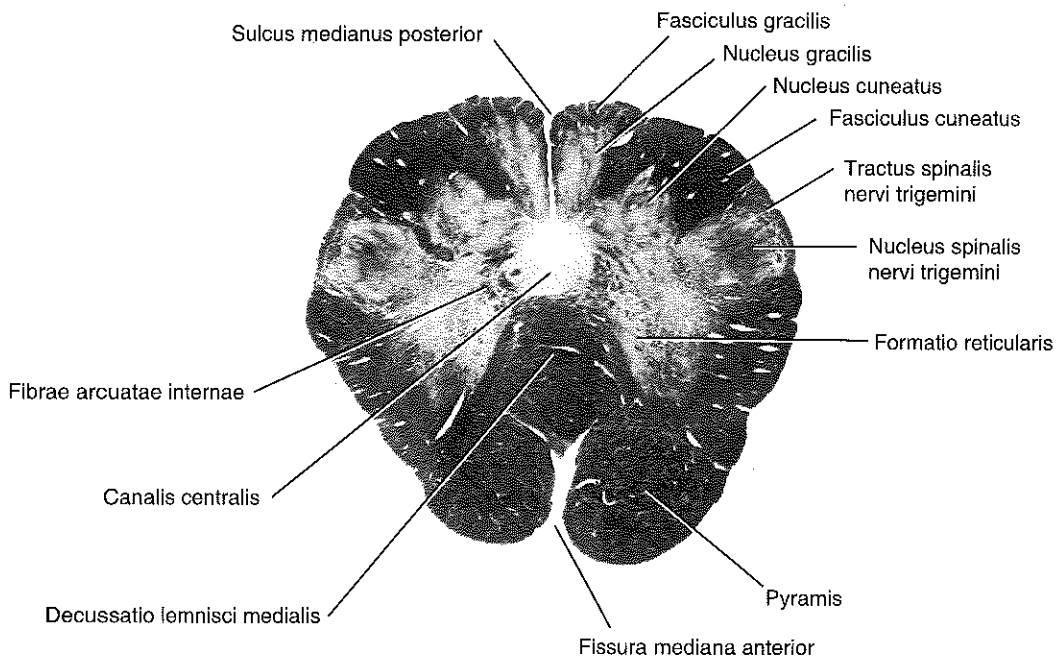
Oliva'lardan yapılan transvers bir kesit, 4. ventrikülün alt bölümünden geçer (Şek. 5-14 ve 5-15). Complexus oli-



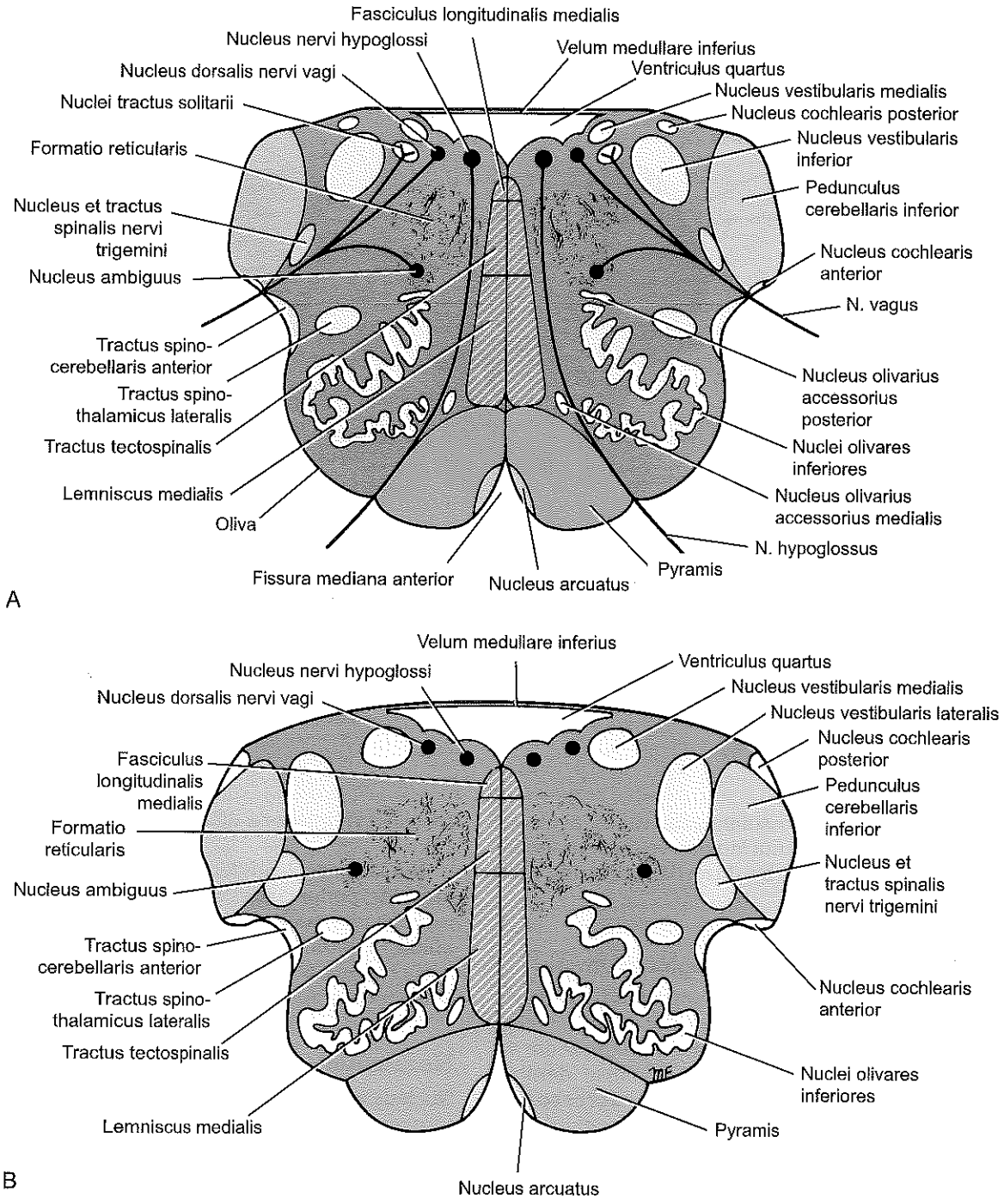
Şekil 5-11 Medulla oblongata'nın transvers kesitleri. **A:** Decussatio pyramidum düzeyi. **B:** Decussatio lemnisci medialis düzeyi.



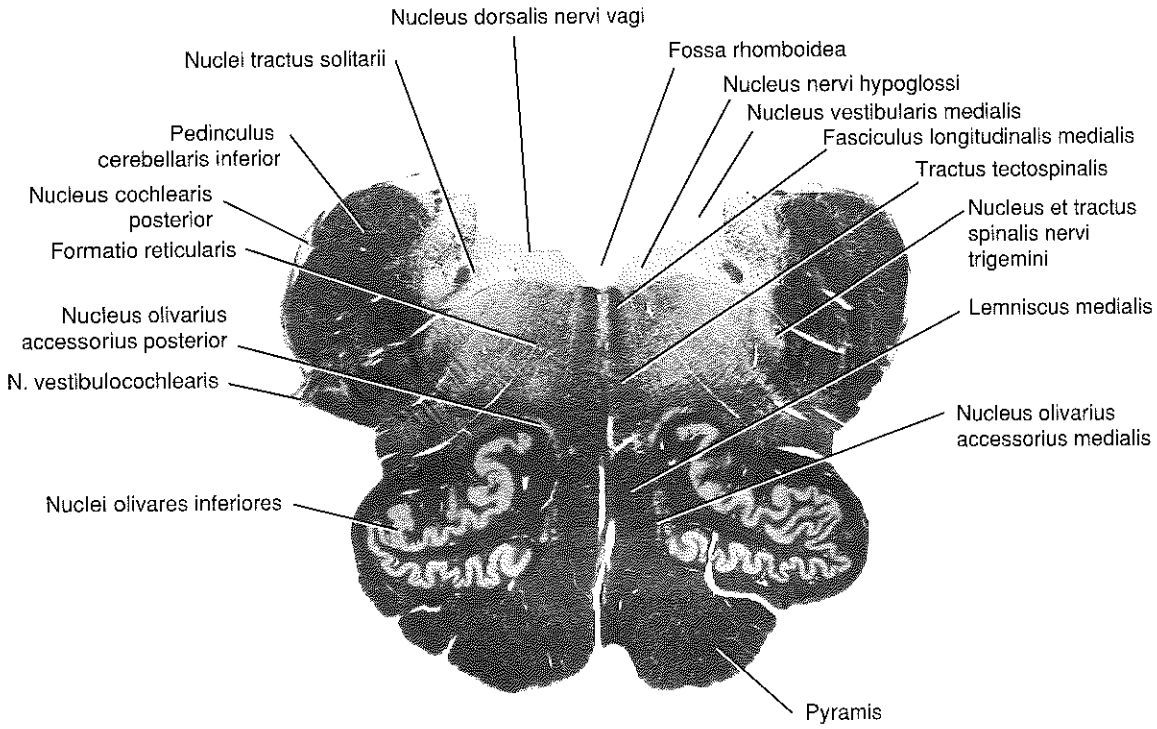
Şekil 5-12 Decussatio pyramidum seviyesinde, medulla oblongata'nın transvers kesiti (Weigert boyası).



Şekil 5-13 Decussatio lemnisci medialis seviyesinde, medulla oblongata'nın transvers kesiti (Weigert boyası).



Şekil 5-14 Medulla oblongatanın transvers kesitleri. **A:** Olivar çekirdeklerin ortası düzeyinde yapılan kesit. **B:** Olivar çekirdeklerin üst bölümünün hemen aşağısından pons'a ulaşan kesit.



Şekil 5-15 Olivar çekirdeklerin ortası düzeyinde medulla oblongata'nın transvers kesiti (Weigert boyası).

varis, vestibulokohlear, glossofaringeal, vagus, accessorius, hypoglossal sinirlerin nucleus'ları ve nucleus arcuatus'ların varlığından dolayı bu düzeyde gri madde miktarı artmıştır.

Nucleus Olivaris Kompleksi (Complexus Olivaris)

Bu kompleksin en büyük çekirdeği, **nucleus olivaris inferior**'dur (Şek. 5-14 ve 5-15). Gri madde, açıklığı mediale bakan kıvrımlı bir U harfi şeklindedir ve medulla oblongata'nın yüzeyindeki oliva denilen kabartıyı oluşturur. **Nucleus olivaris accessorius medialis** ve **posterior** denilen daha küçük çekirdekler de bulunur. Nucleus olivaris inferior'un hücrelerine ait lifler mediale doğru ilerleyerek orta hattı çaprazlar ve pedunculus cerebellaris inferior aracılığı ile cerebellum'a girerler. Nucleus olivaris inferior'a, medulla spinalis (tractus spinoolivaris), serebral korteks ve cerebellum'dan afferent lifler gelir. Nucleus olivaris'lerin fonksiyonu, istemli kas hareketleri ile ilgilidir.

Nuclei Vestibulocochleares

Vestibular nuklear kompleks, aşağıdaki çekirdeklerden oluşmuştur: (1) **nucleus vestibularis medialis**, (2) **nucleus vestibularis inferior**, (3) **nucleus vestibularis lateralis** ve (4) **nucleus vestibularis superior**. Bu çekirdekler ile ilgili detaylar ve bağlantıları daha sonra tartışılacaktır. Bu düzeyde görülebilen nucleus vestibularis medialis ve inferior'a dikkat edilmelidir (Şek. 5-14 ve 5-15).

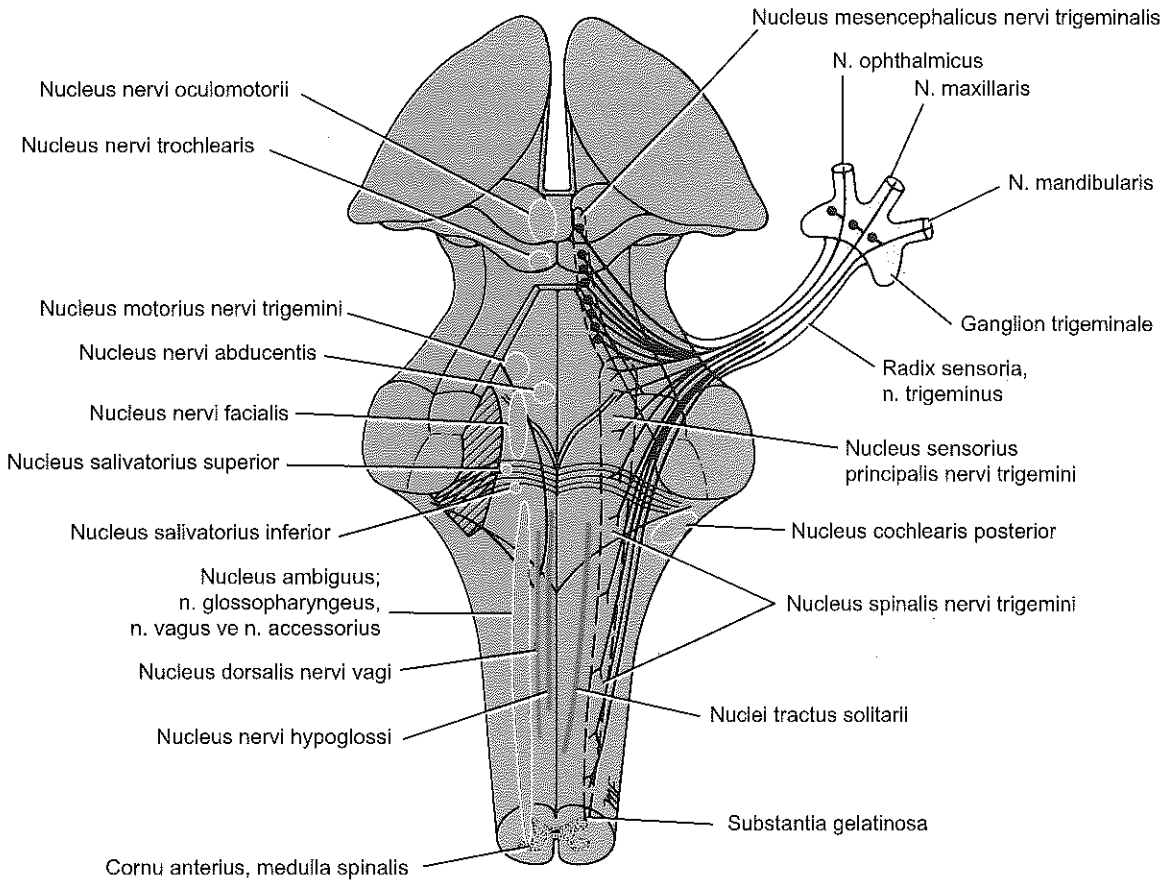
Nucleus cochlearis'ler iki tanedir. **Nucleus cochlearis anterior**, pedunculus cerebellaris inferior'un anterolateral yüzünde; **nucleus cochlearis posterior** ise 4. ventrikülün tabanının lateralinde, pedunculus'un arka yüzünde yer alır (Şek. 5-14 ve 5-15). Bu nucleus'ların bağlantıları daha sonra açıklanacaktır (Bkz. sf. 350).

Nucleus Ambiguus

Nucleus ambiguus, büyük motor nöronlardan oluşur ve formatio reticularis'in içinde ve derininde bulunur (Şek. 5-16 ve 5-14). Buradan çıkan sinir lifleri, n. glossopharyngeus'a, n. vagus'a ve n. accessorius'un kranial bölümüne katılarak istemli çalışan iskelet kaslarında dağılırlar.

Substantia Grisea Centralis

Substantia grisea centralis, bu düzeyde 4. ventrikülün tabanının altında yer alır (Şek. 5-14 ve 5-15). Medialden laterale doğru aşağıdaki oluşumlar gözlenebilir (Şek. 5-16): (1) **nucleus nervi hypoglossi**, (2) **nucleus dorsalis nervi vagi**, (3) **nucleus solitarius** ve (4) **nucleus vestibularis medialis** ve **inferior** (yukarıya bakınız). Yukarıda belirtildiği gibi nucleus ambiguus, formatio reticularis'in içinde ve derininde yer almıştır. Bu nukleusların bağlantıları ve fonksiyonal özellikleri Bölüm 11'de açıklanmıştır.



Şekil 5-16 Nervi craniales çekirdeklerinin beyin sapındaki yerleşimi. Taralı alan nuclei vestibulares'i göstermektedir.

Nucleus arcuatus'lar, aşağıda nuclei pontis'in yerini almış çekirdekler olarak düşünülürler (Bkz. s. 208) ve pyramis'in ön yüzünde yerleşmişlerdir (Şek. 5-14). Bu çekirdekler, serebral korteksten sinir lifleri alırlar ve **fibrae arcuatae externae anteriores** aracılığı ile cerebellum'a efferent lifler gönderirler.

Kortikospinal ve az miktarda da kortikonuklear lifler içeren **pyramis**'ler, medulla oblongata'nın ön bölümünde yerleşmişlerdir ve fissura mediana anterior ile biribirinden ayrılmışlardır (Şek. 5-14 ve 5-15). Kortikospinal lifler, medulla spinalis içinde aşağı doğru inerler. Kortikonuklear lifler, bulbus'ta yer alan kranial sinirlerin motor çekirdeklerinde dağılırlar.

Lemniscus medialis, pyramis'in arkasında orta hattın her iki tarafında düz bir yol yapar (Şek. 5-7 ve 5-15). Bu lifler, decussatio lemniscorum'dan çıkar ve talamusa duysal bilgi taşırlar.

Fasciculus longitudinalis medialis, lemniscus medialis'in arkasında, nucleus nervi hypoglossi'nin önünde ve orta hattın her iki tarafında bulunan sinir liflerinin oluşturduğu ince bir yoldur (Şek. 5-14 ve 5-15). İnen ve çıkan lifleri içerir, bağlantıları sayfa 208'de açıklanmıştır.

Pedunculus cerebellaris inferior, 4. ventrikülün lateral bölümünün posterolateral köşesinde yer alır (Şek. 5-14 ve 5-15).

Tractus ve nucleus spinalis nervi trigemini, pedunculus cerebellaris inferior'un anteromedial yüzünde yer alırlar (Şek. 5-14 ve 5-15).

Tractus spinocerebellaris anterior, nucleus olivaris inferior ile nucleus spinalis nervi trigemini arasındaki aralıkta yüzeye yakın olarak yer alır (Şek. 5-14 ve 5-15). **Lemniscus spinalis**; tractus spinotectalis, tractus spinothalamicus anterior et lateralis'ten oluşur ve derinde yer alır.

Formatio reticularis, ağ oluşturmuş sinir lifleri ve sinir hücrelerinin küçük gruplarından oluşur ve olivar nucleus'un arkasında derinde yerleşmiştir (Şek. 5-14 ve 5-15). Mesencephalon ve pons'ta da bulunan formatio reticularis sisteminin küçük bir bölümü bu düzeyde görülür.

N. glossopharyngeus, **n. vagus** ve **n. accessorius**'un kranial bölümü, formatio reticularis içinde öne ve laterale doğru ilerlerler (Şek. 5-14). Sinir lifleri oliva'lar ile pedunculus cerebellaris inferior arasından çıkarlar. **N. hypoglossus**'lar formatio reticularis içinde öne ve laterale doğru ilerlerler ve pyramis'ler ile oliva'ların arasından çıkarlar.

Pons'un Hemen Altındaki Düzey

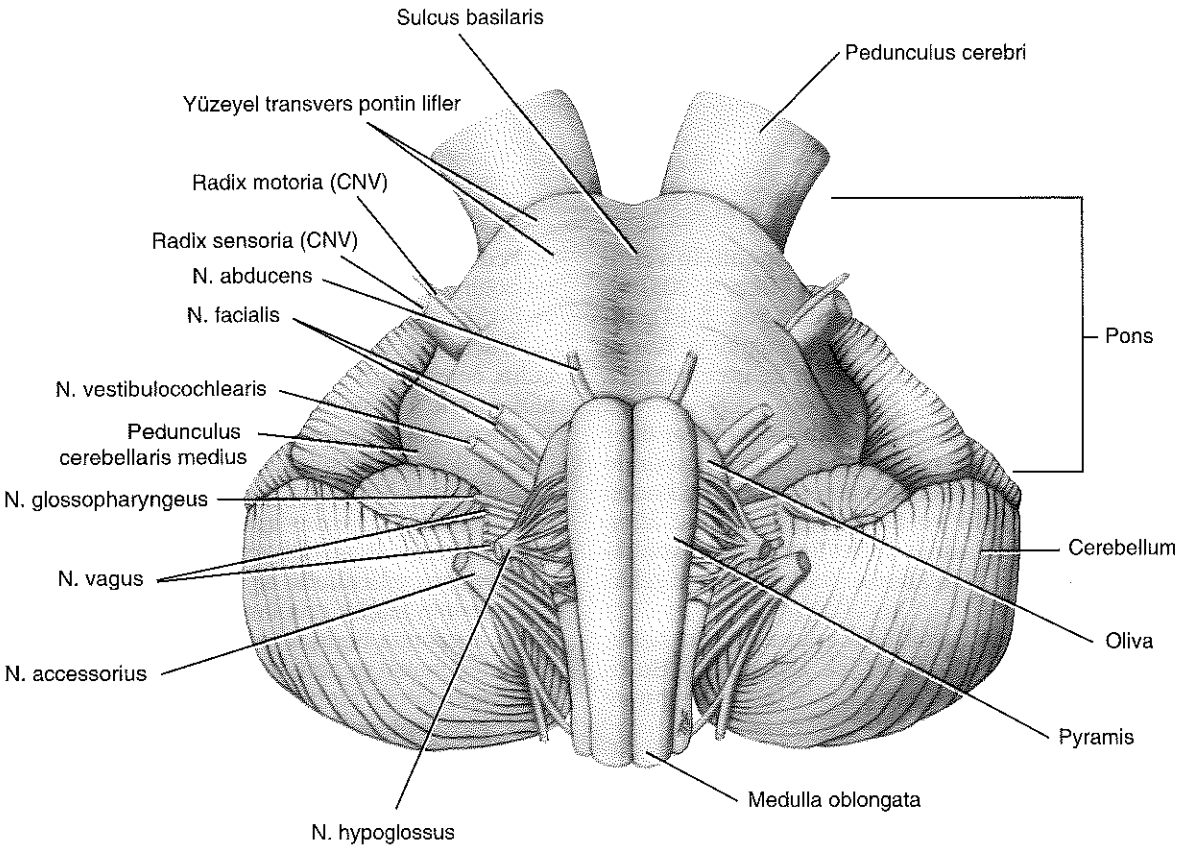
Gri ve ak maddenin dağılımı bakımından bir önceki düzey ile karşılaştırıldığında büyük bir değişiklik olmadığı görülür (Şek. 5-14 ve 5-16). Nucleus vestibularis inferior'un yerini nucleus vestibularis lateralis almıştır ve nucleus cochlearis'ler, pedunculus cerebellaris inferior'un ön ve arka yüzlerinde görülebilir.

Pons'un Makroskopik Görünüşü

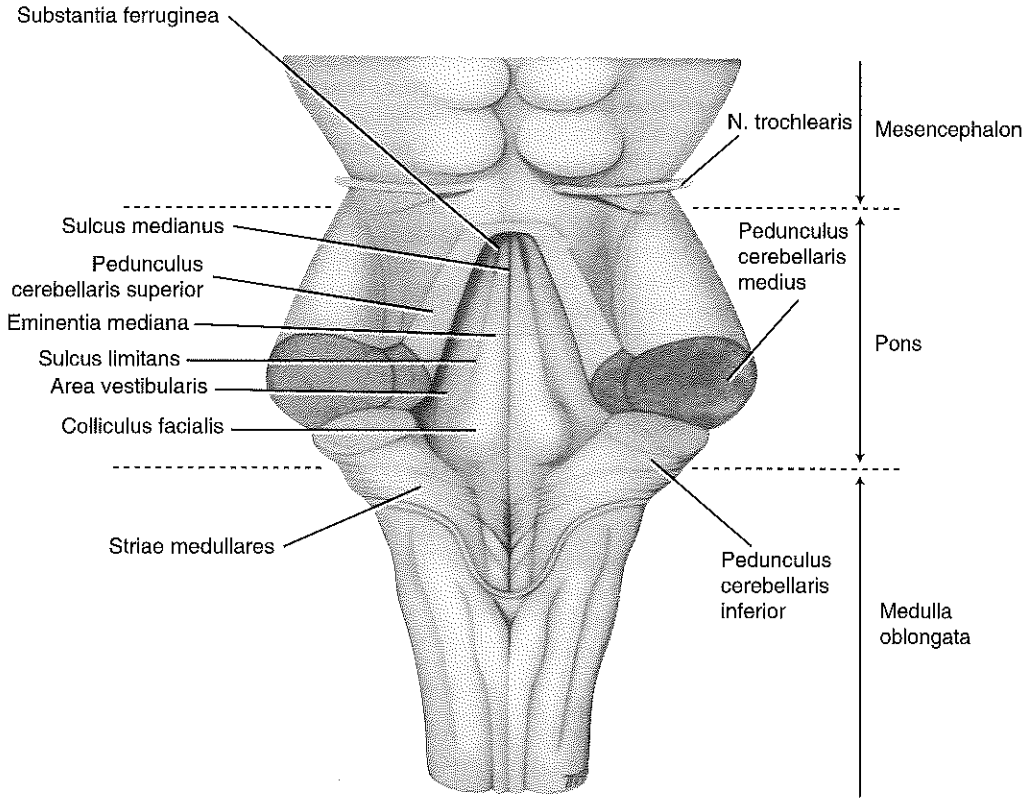
Pons, cerebellum'un önünde olup (Şek. 5-17 ve ayrıca Şek. 6-1), bulbus (medulla oblongata) ile mesencephalon'u birbirine bağlar. Yaklaşık 2.5 cm (1 inch) uzunluğundadır; adını, ön yüzü üzerinde gösterdiği, sağ ve sol serebellar hemisferleri bağlayan köprü benzeri görünüşünden alır.

Ön yüzü konvekstir ve **pedunculus cerebellaris medius**'u oluşturmak için herbir tarafta birbirine yaklaşarak toplanan çok sayıda transvers lifler içerir (Şek.5-17). Orta hatta, içerisinde a.basilaris'in bulunduğu **sulcus basilaris** isimli sığ bir oluk bulunur. Pons'un anterolateral yüzünün her iki tarafından trigeminal sinir (n.trigeminus) çıkar. Her bir sinir, daha küçük bir medial bölüm (motor kök) ve daha büyük lateral bölümden (duysal kök) oluşur. Pons ve bulbus arasındaki oluktan medialden laterale doğru **n.abducens**, **n.facialis** ve **n. vestibulocochlearis** çıkar (Şek.5-17).

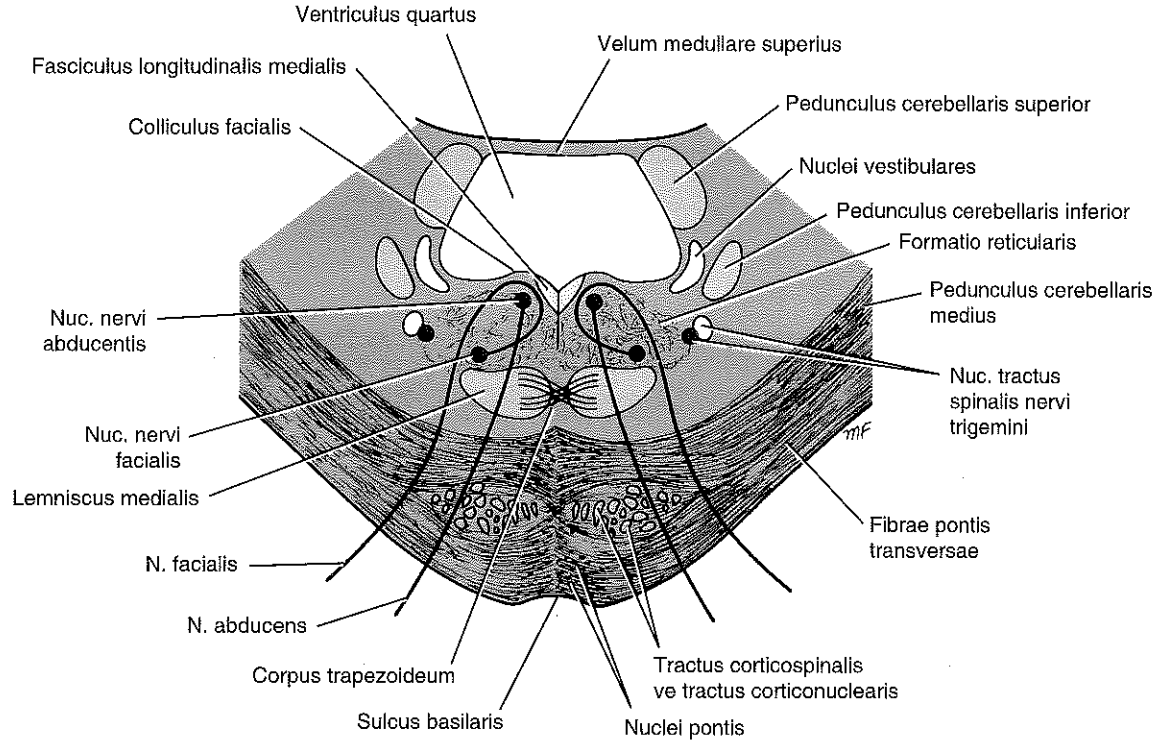
Pons'un arka yüzü cerebellum tarafından örtülü olup (Şek. 5-8), dördüncü ventrikülün döşemesinin üst yarısını oluşturur; üçgen şeklindedir. Arka yüzü, dışyan taraflardan pedunculus cerebellaris superior'lar ile sınırlıdır ve sulcus medianus ile simetrik iki yarıma ayrılır. Bu sulcus'un lateralinde dış yanlarından **sulcus limitans** tarafından sınırlandırılan ince ve uzun bir kabartı olan **eminentia medialis** bulunur (Şek.5-19). Eminentia medialis'in alt ucu, **colliculus facialis** isimli bir genişleme gösterir. Bu genişleme, nucleus nervi abducentis'in etrafını dolanan fasial sinirin (n.facialis) kökü tarafından oluşturulur. Sulcus limitans'ın üst bölümünün döşemesi mavimsi-gri renktedir ve **substantia ferruginea** olarak adlandırılır; rengini derininde yerleşik bir grup pigmentli sinir hücrelerinden alır. Sulcus limitans'ın dış yanında, alttaki vestibular nukleuslar (nuclei vestibulares) tarafından oluşturulan **area vestibularis** bulunur (Şek. 5-18).



Şekil 5-17 Pons'un göründüğü beyin sapının ön yüzü.



Şekil 5-18 Pons'un göründüğü beyin sapının arka yüzü. Cerebellum uzaklaştırılmıştır.



Şekil 5-19 Colliculus facialis düzeyinde pons'un kaudal bölümünden geçen transvers kesit.

Pons'un İç Yapısı

Pons, tanımlamak amacıyla, genellikle **corpus trapezoideum**'un transvers lifleri tarafından bir arka bölüm (**tegmentum**) ve bir ön-bazal bölüme ayrılır (Şekil 5-19).

Pons'un yapısı iki seviyede incelenebilir: (1) Kaudal bölümden-colliculus facialis'den geçen transvers kesit ve (2) kranial bölümden-nucleus nervi trigemini'lerden geçen transvers kesit. Her bölümde yer alan major oluşumlar ve iki düzeyin karşılaştırması için Tablo 5-3'e bakınız.

Kaudal Bölümden Geçen Transvers Kesit

Lemniscus medialis, bulbus'dan pons'a geçerken yön değiştirir; transvers olarak uzanan uzun ekseni ile tegmentum pontis'in en ön bölümünde yer alır (Şek. 5-19). **Lemniscus medialis**'e, lemniscus spinalis ve lemniscus lateralis eşlik eder.

Nuc. nervi facialis, lemniscus medialis'in dış yan bölümünün arkasında yer alır. Fasial sinirin lifleri, nuc. nervi abducentis'in etrafını dolanarak **colliculus facialis**'i (Şek. 5-19) oluşturduktan sonra, önde fasial nukleus ve trigeminal sinirin nuc. tractus spinalis n. trigemini'sinin üst ucu arasından geçer.

Fasciculus longitudinalis medialis, orta hattın her iki tarafında dördüncü ventrikülün döşemesi altında yerleşmiş; ekstraokuler kasları kontrol eden nukleuslar ile (okulomotor, troklear ve abdusens nukleusları) koklear nukleusları bağlayan esas yoldur (Şek. 5-19).

Nuc. vestibularis medialis, nuc nervi abducentis'in dış yanında bulunur (Şek. 5-19) ve pedunculus cerebellaris inferior ile yakın ilişki içindedir. Nuc. vestibularis superior'un alt bölümü ve dış yan bölümünün üst kısmı bu seviyede bulunur. Aynı zamanda nuc. cochlearis anterior ve posterior da bu seviyede bulunur.

Nuc. tractus spinalis nervi trigemini, pedunculus cerebellaris inferior'un anteromedial yüzünde yer alır.

Corpus trapezoideum, nuclei cochleares ve nuclei corporis trapezoidei'den köken alan liflerden yapılmıştır; bu lifler, tegmentum'un ön bölümünde transvers olarak (Şek. 5-19) uzanırlar .

Pons'un baziler bölümü bu seviyede, nuclei pontis (Şek. 5-19) olarak adlandırılan küçük sinir hücreleri kümesini içerir. Mesencephalon'un crus cerebri'sinin kortikopontin lifleri nuclei pontis'de sonlanır. Bu hücrelerin aksonları, pons'un orta hattını çaprazlayan; tractus corticospinalis ve tractus corticonuclearis'i kesip, onları küçük demetlere ayıran transvers liflere orijin verir. Pons'un transvers lifleri, pedunculus cerebellaris medius'a girer ve serebellar hemisfere dağılır. Bu bağlantı, serebral korteksi, cerebellum'a bağlayan ana yolu oluşturur.

Kranial Bölümden Geçen Transvers Kesit

Pons'un kranial bölümünün iç yapısı, kaudal seviyedekine benzer (Şek. 5-20, 5-22); fakat kranial bölüm, trigeminal sinirin motor ve sensorial nukleuslarını içerir.

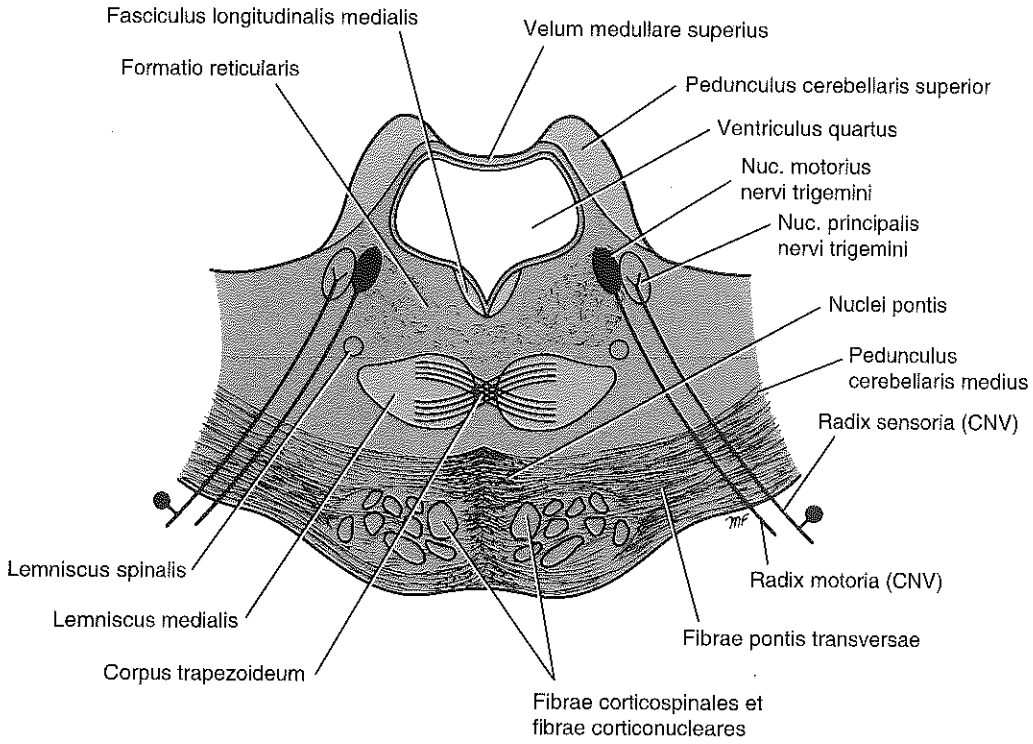
Nucleus motorius nervi trigemini, formatio reticularis içinde IV. ventrikülün dış yan bölümünün altında yer alır (Şek. 5-20, 5-21). Motor lifler, pons dokusu içinde öne doğru seyrederler ve ön yüzden dışarı çıkarlar.

Nuc. sensorius principalis nervi trigemini, motor nukleus'un dış yan tarafında bulunur (Şek. 5-20, 5-21); aşağı doğru nuc. tractus spinalis nervi trigemini ile devam eder. Giren duysal lifler motor liflerin lateralinde olarak pons dokusu içinde seyrederler (Bkz. Şek. 5-20).

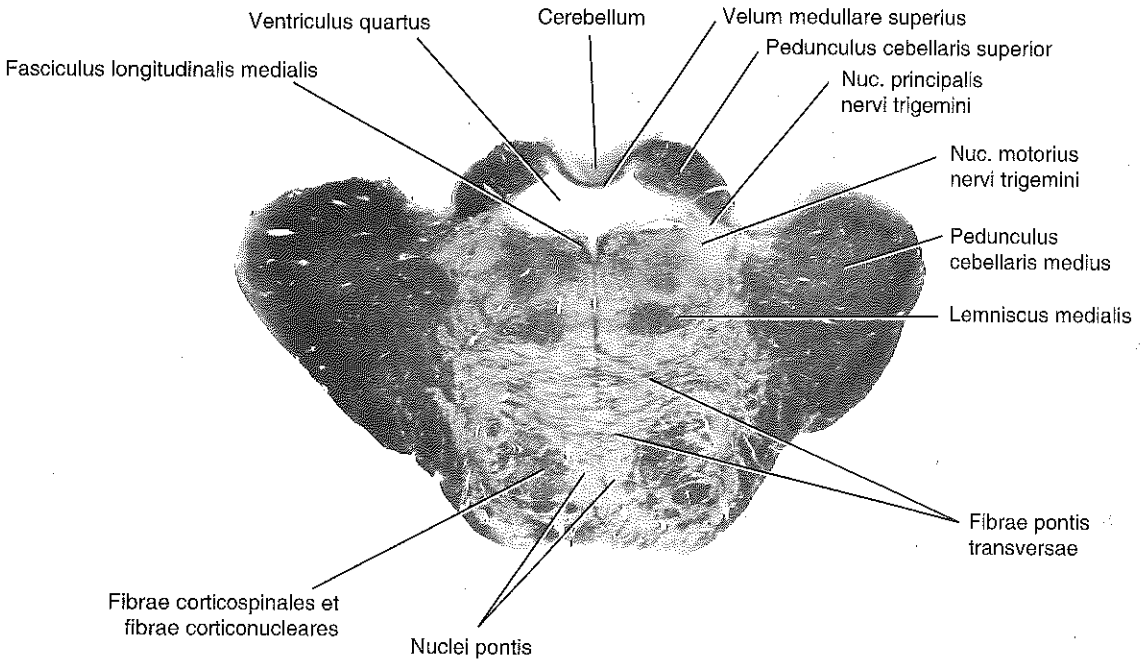
Tablo 5-3 Her Düzeyde Görülen Önemli Yapıların Pons'un Farklı Düzeylerinde Karşılaştırması[a]

Düzey	Boşluk	Nukleuslar	Motor Yollar	Duysal Yollar
Colliculus facialis	IV. Ventrikül	Nuc. nervi facialis, Nuc. nervi abducentis, Nuc. vestibularis, Nuc. tractus spinalis nervi trigemini, Nuclei pontis, Nuc. corporis trapezoidei	Tractus corticospinalis, Tractus corticonuclearis, Fibrae pontis transversae, Fasciculus longitudinalis medialis	Tractus spinalis nervi trigemini, Lemniscus lateralis, Lemniscus medialis, Lemniscus spinalis
Trigeminal nukleuslar	IV. Ventrikül	Nuc. sensorius principalis nervi trigemini, Nuc. motorius nervi trigemini, Nuclei ponti, Nuc. corporis trapezoidei	Tractus corticospinalis, Tractus corticonuclearis, Fibrae pontis transversae, Fasciculus longitudinalis medialis	Lemniscus lateralis, Lemniscus medialis, Lemniscus spinalis

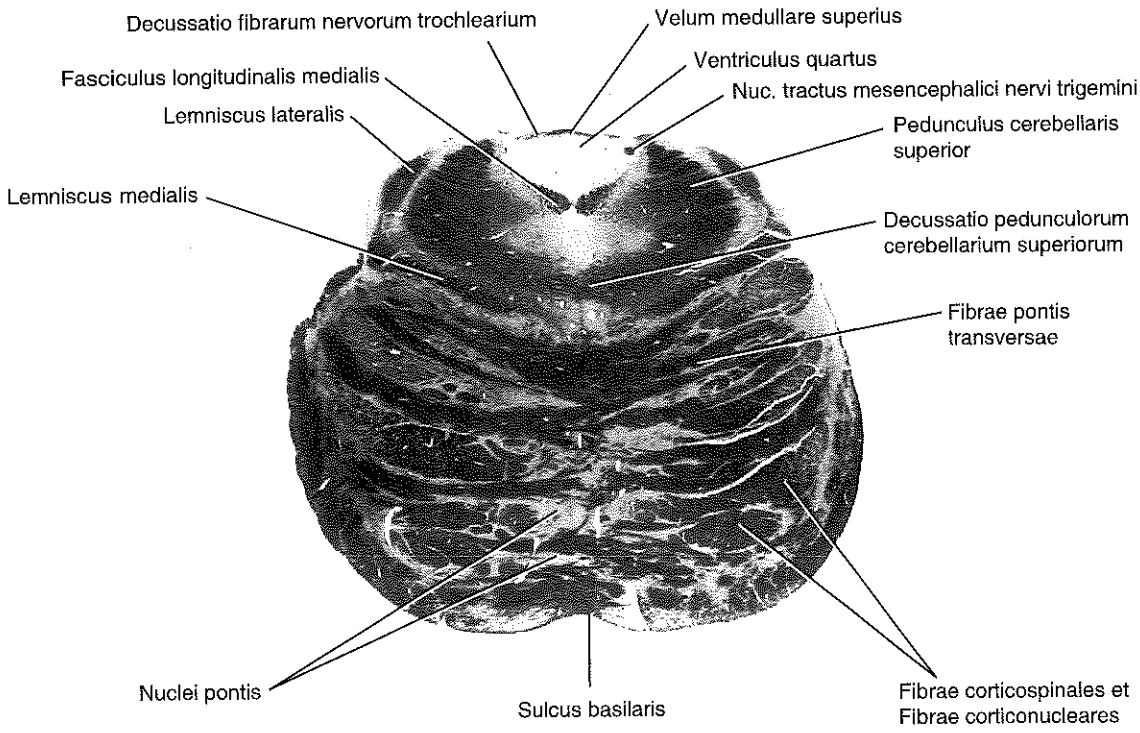
[a]Formatio reticularis, tüm düzeylerde bulunmaktadır.



Şekil 5-20 Trigeminal çekirdekler düzeyinde pons'tan yapılan tranvers kesit.



Şekil 5-21 Trigeminal çekirdek düzeyinde pons'un bir transvers kesitinin fotomikrografisi.



Şekil 5-22 Pons'un en rostal bölümünün transvers kesitinin fotomikrografı.

Pedunculus cerebellaris superior, nuc. motorius nervi trigemini'nin posterolateralinde bulunur (Şek. 5-20, 5-21). Bu pedünküle, tractus spinocerebellaris anterior katılır.

Corpus trapezoideum ve **lemniscus medialis**, önceki kesitteki gibi aynı pozisyonda bulunur (Şek. 5-20). **Lemniscus spinalis** ve **lemniscus lateralis**, lemniscus medialis'in lateral ucunda yer alır (Şek. 5-20; 5-22).

Mesencephalon (Ortabeyin)'un Makroskopik Görünümü

Mesencephalon'un boyu 2 cm'dir; pons ve cerebellum'u önbeyin ile birleştirir (Şek. 5-23). Uzun ekseni öne doğru eğimlidir ve tentorium cerebelli'nin açıklığından geçerek yükselir. Mesencephalon'un içinden beyin-omurilik-sıvısı ile dolu ince bir kanal olan **aqueductus cerebri** geçer (Şek. 5-24-5-28).

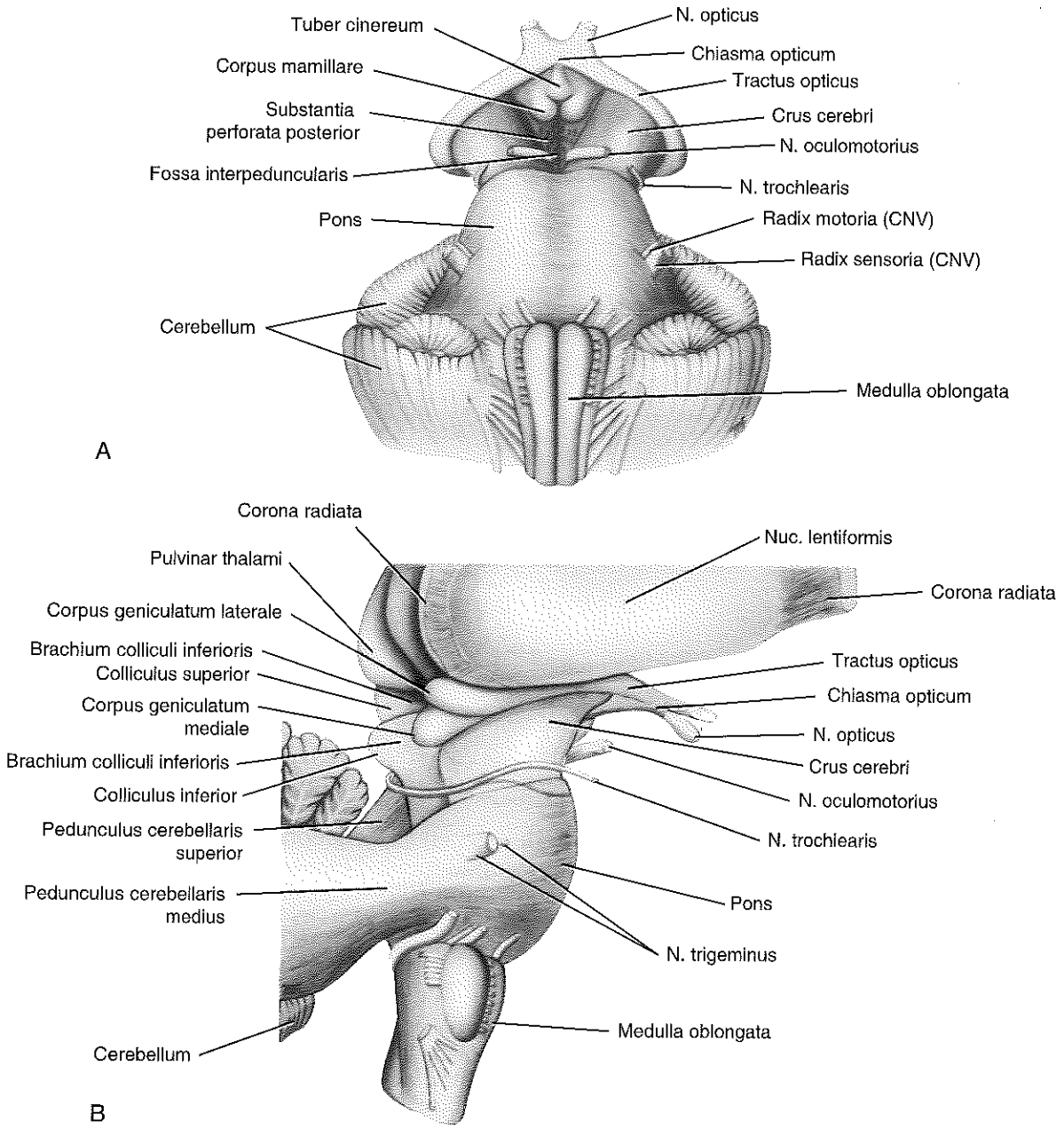
Arka yüzünde 4 tane colliculus vardır (corpora quadrigemina). Bunlar vertikal ve transvers sulcus'lar ile superior ve inferior çiftler olarak birbirlerinden ayrılan yuvarlak kabartılarıdır (Şek. 5-26). Colliculus superior'lar görme reflekslerinin merkezidir (Bkz. 338), colliculus inferior'lar ise alt işitme merkezidir. Colliculus inferior'ların aşağısında orta çizgiden n. trochlearis'ler çıkar. Bu sinirler mesencephalon'un lateral yüzünün etrafından dolanarak sinus cavernosus'un lateral duvarına giren küçük çaplı bir çift sinirdir.

Mesencephalon'un lateral yüzünde, **brachium colliculi superioris** ve **inferioris**, anterolateral yönde yukarıya doğru çıkar (Şek. 5-23). Brachium colliculi superioris, colliculus superior'dan başlar. Corpus geniculatum laterale'ye ve tractus opticus'a uzanır. Brachium colliculi inferioris ise colliculus inferior'u **corpus geniculatum mediale**'ye bağlar.

Mesencephalon ön yüzünde (Şek. 5-23) orta çizgi üzerinde, her iki tarafında **crus cerebri**'ler ile sınırlanmış **fossa interpeduncularis** denilen derin bir çöküntü bulunur. **Substantia perforata posterior**, fossa interpeduncularis'in döşemesinde bulunan bir çok küçük damarın delerek geçtiği bölgedir (Şek. 5-23). N. oculomotorius, crus cerebri'lerin medial tarafındaki oluktan çıkar ve sinus cavernosus'un lateral duvarından öne doğru geçer.

Mesencephalon'un İç Yapısı

Mesencephalon, **pedunculus cerebri** denilen iki lateral yarıdan meydana gelir. Bu yarıların her biri **substantia nigra** isimli pigmentli gri cevher tarafından **crus cerebri** denilen ön kısım ile **tegmentum** denilen arka kısma ayrılır (Şek. 5-24 ve 5-25). III. ve IV. ventrikülleri birleştiren

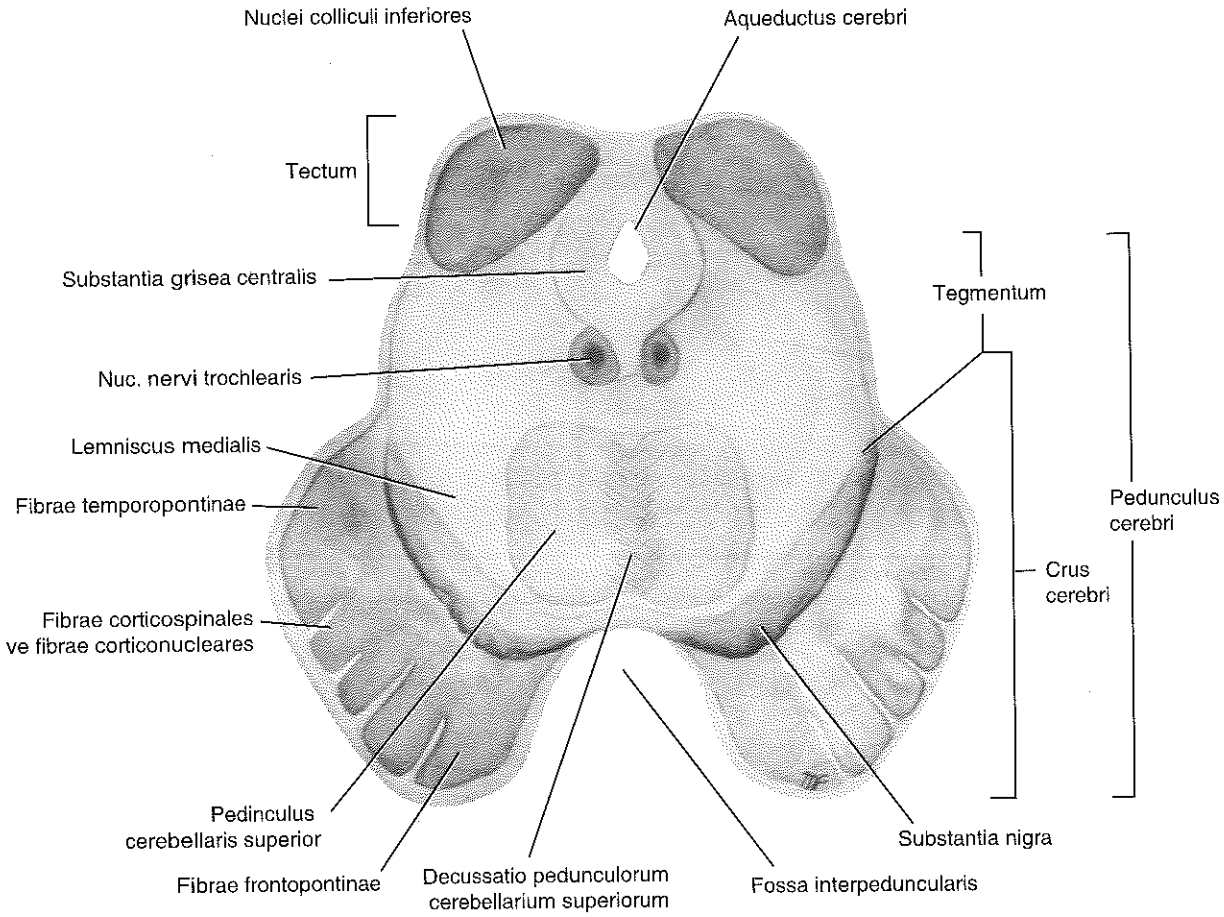


Şekil 5-23 Mesencephalon **A:** Anterior görünüş **B:** Lateral görünüş.

mesencephalon'un dar boşluğuna **aqueductus cerebri** denilir. Aqueductus cerebri'nin posterior'unda yer alan mesencephalon kısmına **tectum** denir. Tectum'un daha önce anlatılmış olan 2 **colliculus superior** ve 2 **colliculus inferior**'dan oluşan 4 küçük kabartısı vardır (Şek. 5-24 ve 5-25). Aqueductus cerebri, ependim tabakası ile kaplanmıştır ve santral gri cevher (**substantia grisea centralis**) ile çevrilidir. Mesencephalon'un transvers kesitinde crus cerebri'leri birbirinden ayıran fossa interpeduncularis görülür. Buna karşın tegmentum orta hatta karşı tarafa geçerek devam eder (Şek. 5-24).

Colliculi Inferiores Düzeyinde Mesencephalon'un Transvers Kesiti

Büyük bir gri cevher çekirdeği içeren **colliculus inferior** işitme yolunun bir parçasını meydana getirir (Şek. 5-25A ve 5-27). Lemniscus lateralis'in terminal liflerinin çoğunu alır. Bu yol daha sonra brachium colliculi inferioris'ten geçerek corpus geniculatum mediale'ye gelir.



Şekil 5-24 Colliculus inferiorlar düzeyinden geçen mesencephalon'un transvers kesiti mesencephalon'un bölümleri olan tectum ve pedunculus cerebri'leri gösteriyor. Pedunculus cerebri'lerin substantia nigra'yla tegmentum ve crus cerebri'ye ayrıldığına dikkat ediniz.

Nucleus nervi trochlearis santral gri cevher içerisinde median düzleme yakın ve **fasciculus longitudinalis medialis**'in hemen arkasında yer alır. Nuc. nervi trochlearis'ten çıkan lifler santral gri cevherin etrafında dış yana ve arkaya doğru seyrederek colliculus inferior'ların hemen altında mesencephalon'u terk eder. Bu lifler velum medullare superior'da tamamen çaprazlaşır. **Nucleus mesencephalici nervi trigemini**, aqueductus cerebri'nin lateralinde bulunur (Şek. 5-25A ve). Pedunculus cerebellaris superior'ların çaprazlaşması aqueductus cerebri'nin önünde tegmentum'un santral kısmında meydana gelir. Buradaki formatio reticularis, pons'takinden küçüktür ve pedunculus cerebellaris superior'ların çaprazının lateralinde bulunur. Lemniscus medialis, substantia nigra'nın arka tarafından yükselir.

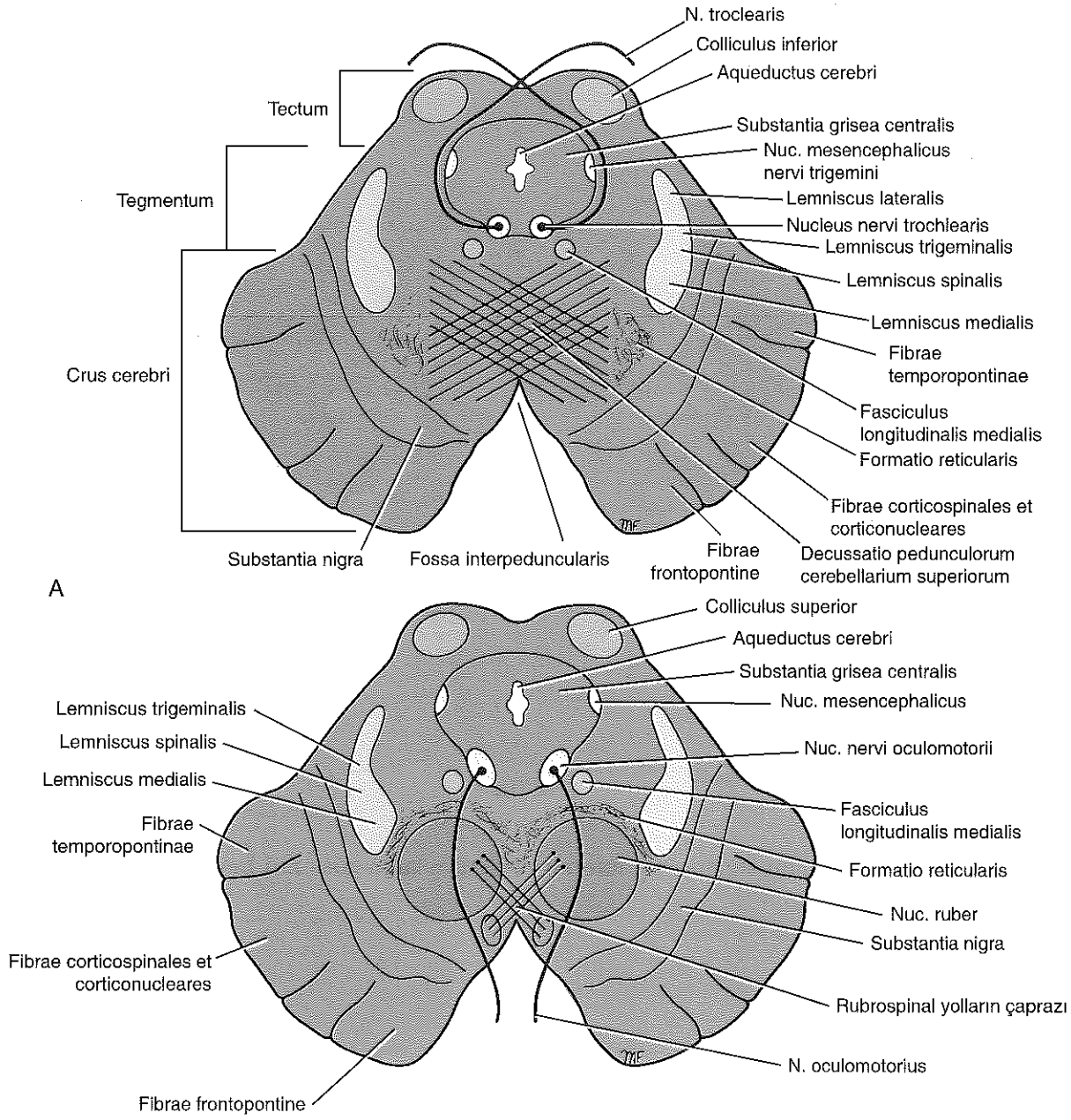
Lemniscus trigeminalis ve **lemniscus spinalis, lemniscus medialis**'in lateralinden yer alır (Şek. 5-25 ve 5-27). Lemniscus lateralis, lemniscus trigeminalis'in posterior'undadır.

Substantia nigra, (Şek.5-25 ve 5-27) tegmentum ve crus cerebri'lerin arasında yer alan büyük bir motor çekirdektir. Bu çekirdek sitoplazmalarının içinde melanin pigment granülleri bulunan orta büyüklükteki multipolar nöronlardan oluşur. Substantia nigra, kas tonusu ile ilgilidir ve beyin korteksi, medulla spinalis, hypothalamus ve basal çekirdekler ile bağlantıdadır.

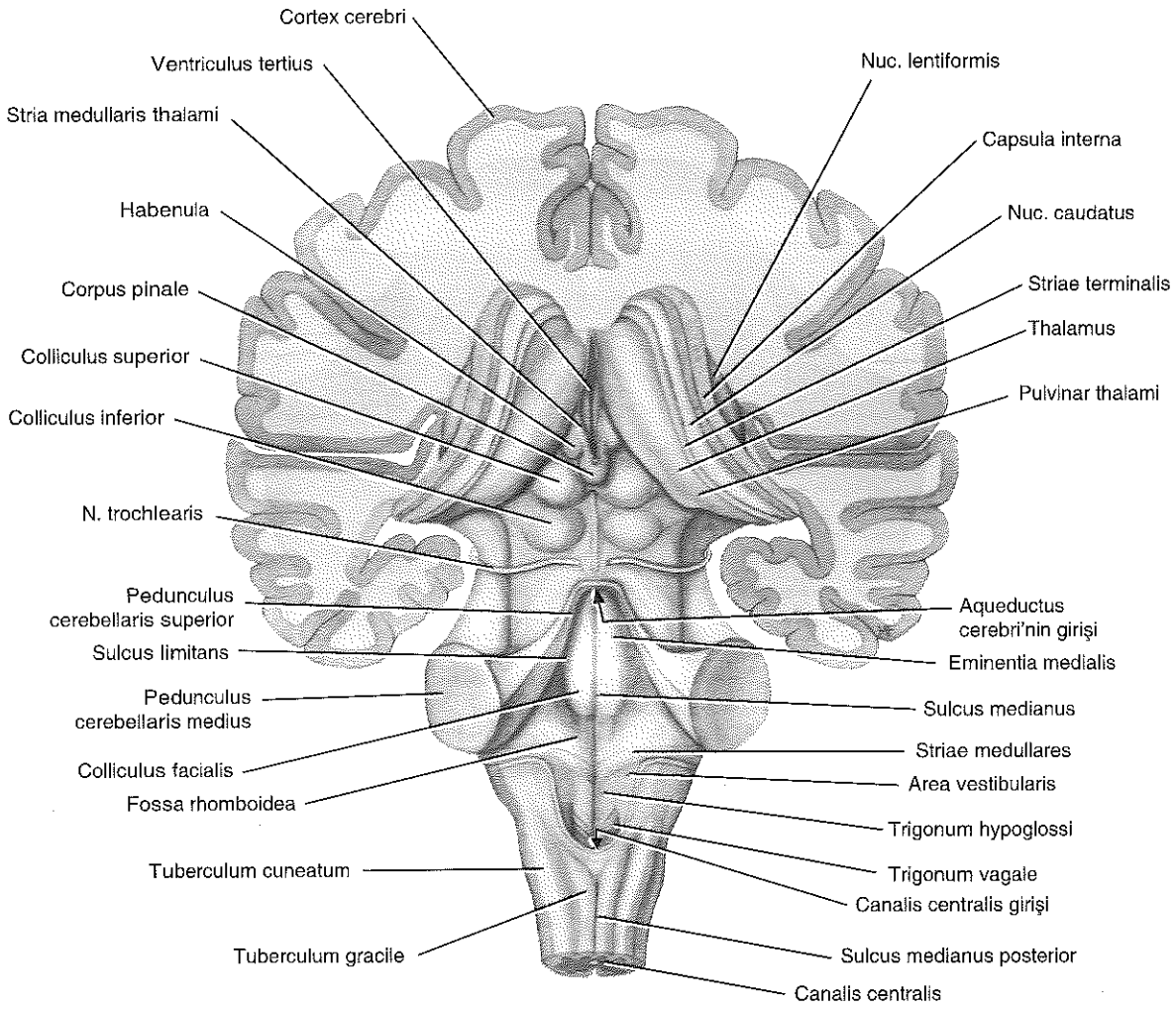
Crus cerebri, önemli inen yollar içerir ve tegmentum'dan substantia nigra tarafından ayrılır (Şek. 5-25 ve 5-27). Tractus corticospinalis ve tractus corticonuclearis'in lifleri crus cerebri'lerin orta 2/3 'ünü işgal eder. Tractus frontopontinus'a ait lifler crus cerebri'lerin medial kısmını, tractus temporopontinus'a ait lifler crus'ların lateral kısmını işgal ederler (Şek. 5-25 ve 5-27). Bu inen yollar beyin korteksini, medulla spinalis'in ön boynuz hücrelerine, kranial sinirlerin çekirdeklerine, pons'a ve cerebellum'a bağlarlar (Tablo 5-4).

Colliculus Superior'lar Düzeyinde Mesencephalon'un Transvers Kesiti

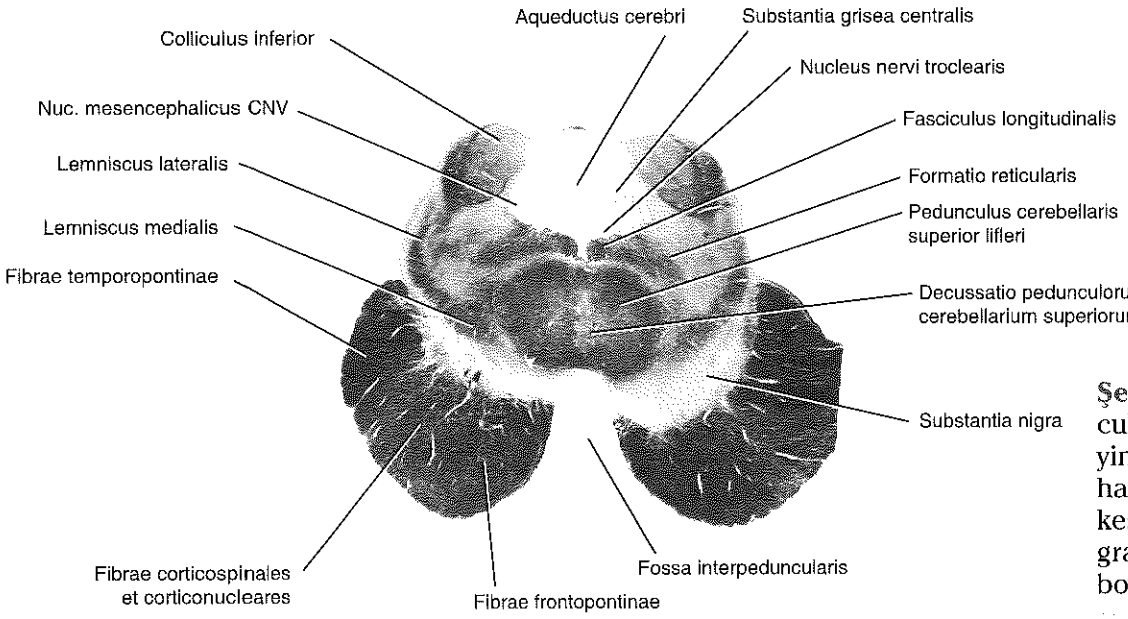
Büyük bir gri cevher çekirdeğinden oluşan **colliculus superior** (Şek. 5-25B ve 5-28) görme reflekslerinin bir parçasını meydana getirir. Corpus geniculatum laterale'ye brachium colliculi superioris ile birleşmiştir. Colli-



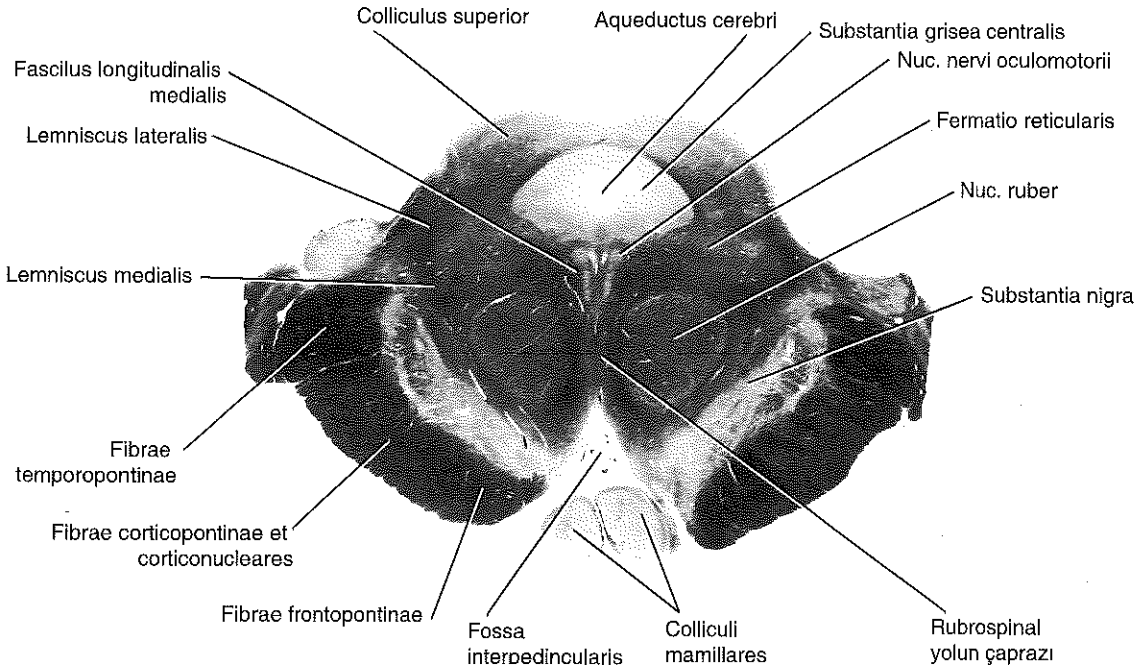
Şekil 5-25 Mesencephalon'un transvers kesitleri **A:** Colliculus inferior seviyesinde **B:** Colliculus superior seviyesinde nervus trochlearis'lerin, velum medullare superior içerisinde tamamıyle çaprazlaştığına dikkat ediniz.



Şekil 5-26 Tectum'un superior ve inferior colliculus'larını gösteren beyin sapının arkadan görünüşü.



Şekil 5-27 Colliculus inferior düzeyinde mesencephalon'un transvers kesitinin fotomikrografı (Weigert boyama)



Şekil 5-28 Colliculus superior düzeyinde mesencephalon'un transvers kesitinin fotomikrografı (Weigert boyama).

culus superior, nervus opticus'tan, görme korteksinden ve tractus spinotectalis'ten afferent lifler alır. Vizuel stimulasyona tepki olarak meydana gelen boyun, baş ve göz refleks hareketleri ile ilgili olduğu sanılan efferent lifler, tractus tectospinalis ve tractus tectobulbaris'leri meydana getirirler. **Işık refleksinin** afferent yolu nucleus pretectalis'te sona erer. **Nucleus pretectalis**, colliculus superior'un lateral kısmına yakın bulunan küçük bir nöron grubudur. Bu nucleus'a gelen lifler nervus oculomotorius'un parasempatik çekirdeğine (Edinger-Westphal nucleus) ulaşırlar. Çıkan lifler nervus oculomotorius'a geçerler. Nucleus nervi oculomotorii, fasciculus longitudinalis medialis'in hemen arkasında, orta düzleme yakın santral gri cevherde bulunur (Şek. 5-25B ve 5-28). Bu nucleus'un lifleri öne doğru nucleus ruber'in içinden geçerek crus cerebri'lerin medial kısmında bulunan fossa interpeduncularis'ten çıkarlar. Nervus oculomotorius'un nucleus'u bir çok hücre grubuna bölünür.

Lemniscus medialis, **lemniscus spinalis** ve **lemniscus trigeminalis** substantia nigra'nın posterior'unda eğri bir bant oluştururlar; fakat lemniscus lateralis bu düzeyin üzerine uzanmaz (Şekil 5-25B ve 5-28).

Nucleus ruber, (Şek. 5-25B ve 5-28) substantia nigra ile aqueductus cerebri arasında bulunan yuvarlak bir gri cevher kitlesidir. Taze kesitlerde görülen kırmızımsı renk, içindeki damarlardan ve nöronların çoğunun sitoplaz-

Tablo 5-4 Her Düzeydeki Ana Yapıları Göstererek Mesencephalon'un İki Düzeyinin Karşılaştırması[a]

Seviye	Kavite	Çekirdekler	Motor Yollar	Duyu Yolları
Colliculi inferiores	Aqueductus cerebri	Colliculus inferior, substantia nigra, nucleus nervi trochlearis, nucleus mesencephalicus nervi trigemini	Tractus corticospinalis, tractus corticonuclearis, fibrae temporopontinae, fibrae frontopontinae, fasciculus longitudinalis medialis	Lemniscus trigeminalis lemniscus spinalis, lemniscus medialis, decussatio pedunculorum cerebellarium superiorum
Colliculi superiores	Aqueductus cerebri	Colliculus superior, substantia nigra, nucleus nervi oculomotorii, Edinger-Westphal nükleusu, nucleus ruber, nucleus mesencephalicus nervi trigemini	Tractus corticospinalis, tractus corticonuclearis, fibrae temporopontinae, fibrae frontopontinae, fasciculus longitudinalis medialis, tractus rubrospinalis'in çaprazı	Lemniscus trigeminalis lemniscus spinalis, lemniscus medialis

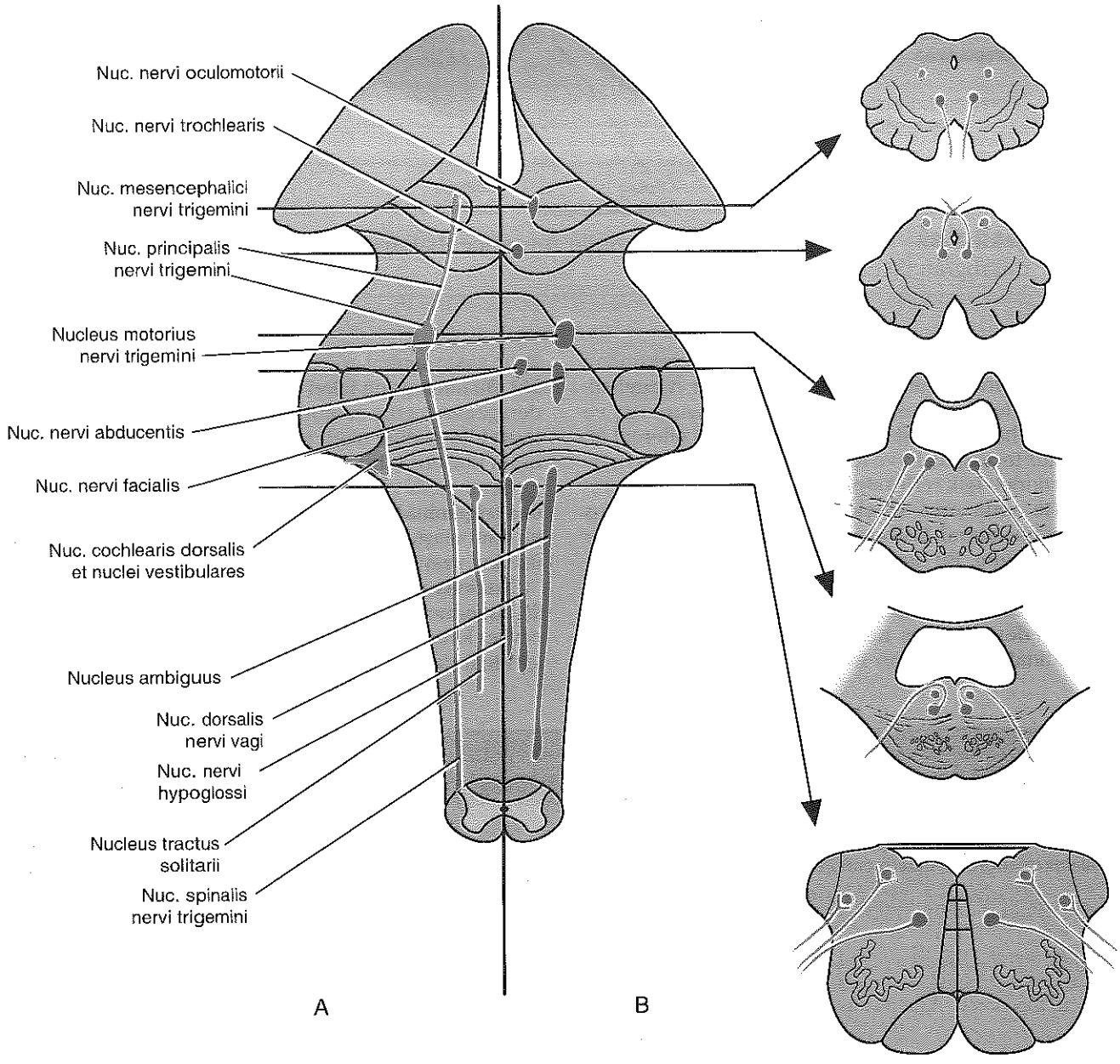
[a]Formatio reticularis tüm seviyelerde bulunur.

masında bulunan demir içeren pigmentlerden dolayıdır. Afferent lifler nucleus ruber'e şu bölgelerden gelir: (1) Kortikospinal lifler yolu ile beyin korteksinden, (2) pedunculus cerebellaris superior yolu ile cerebellum'dan, (3) nucleus lentiformis'ten, nucleus subthalamicus ve nuclei hypothalamici, substanta nigra ve medulla spinalis'ten. Efferent lifler nucleus ruber'i terk ederek şu bölgelere giderler: (1)tractus rubrospinalis yolu ile medulla spinalis'e (bu yol çapraz yapar), (2) tractus rubroreticularis vasıtasıyla formatio reticularis'e, (3) thalamus'a, (4)substantis nigra'ya

Formatio reticularis, nucleus ruber'in lateral ve posterior'unda tegmentum içinde yer alır (Şek.5-25B ve 5-28).

Her bir crus cerebri'nin içinde şu önemli inen yollar colliculus inferior düzeyinde bulunur: **Tractus corticospinalis**, **tractus corticonuclearis** ve **tractus corticopontinus** (Bkz. Tablo 5-4).

Şekil 5-29'da değişik kranial sinir çekirdeklerinin beyin sapının (sakının) çeşitli bölgelerinde devamlılığı gösterilmiştir.



Şekil 5-29 Beyin sakındaki bazı kranial sinirlerin nukleuslarının konumları **A:** Beyin sakının arka yüzünün projeksiyosu **B:** Kesitler. Motor nukleuslar kırmızı, duyu nukleusları mavi ile gösterilmiştir.

KLİNİK BİLGİLER

Medulla Oblangata'nın Klinik Önemi

Medulla oblangata sadece solunum ve kalp hızı düzenlenmesi gibi hayati fonksiyonları olan kraniyal sinir çekirdeklerini içermez, bunun yanında omuriliği sinir sisteminin daha üst merkezlerine bağlayan inen ve çıkan yolların geçişi için bir geçiş yeri olarak hizmet verir. Bu yollar demyelinizan hastalıklar, tümörler ve damarsal hastalıklarla tutulmuş olabilirler.

Posterior Kraniyal Fossa'daki Artmış Basınç ve Bunun Medulla Oblangata'ya Etkisi

Medulla oblangata, posterior kraniyal fossa'da tentorium cerebelli'nin altında ve foramen magnum'un üstünde yer alır. Önde occipital kemiğin bazal parçası ve axis'in odontoid parçasının üst kısmıyla, arkada cerebellum ile ilişkilidir.

Posterior kraniyal fossa tümörü olan hastalarda, intrakraniyal basınç artar. Beyin, burada cerebellum ve medulla oblangata, direnci az olan alana doğru itilmeye meyillidir ve foramen magnumdan aşağıya doğru cerebellar tonsiller ve medulla oblangata fıtıklaşır. Burada baş ağrısı, ense sertliği ve 9., 10., 11. ve 12. kraniyal sinirlerin gerilmesine bağlı felç belirtilerine neden olacaktır. Bu durumda **Lumbal ponksiyon** (LP) yapmak **son derece tehlikelidir.** Çünkü Beyin-Omurilik Sıvısı (BOS)'ındaki ani azalış beynin foramen magnum'dan daha da çok fıtıklaşmasını tetikleyebilir ve medulla oblangata'daki kraniyal sinir çekirdeklerinin iskemi ve basıncından kaynaklanan hayati fonksiyonlarda ani kayba yol açabilir.

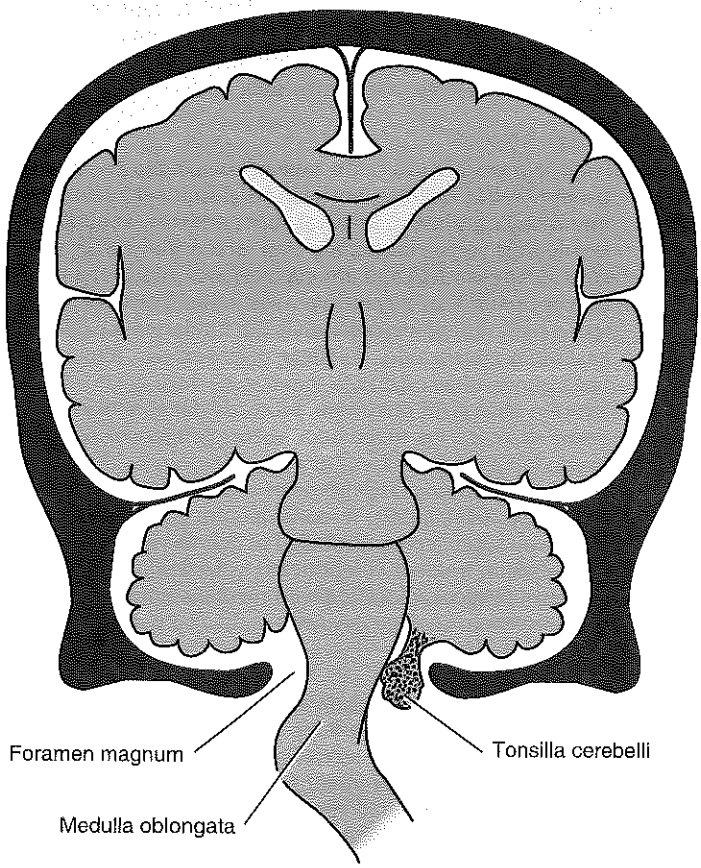
Arnold-Chiari Fenomeni

Arnold-Chiari malformasyonu beyincik tonsilleri ve medulla oblangata'nın foramen magnum'dan vertebral kanal'a doğru fıtıklaşmasıyla oluşan konjenital bir anomalidir. Bu 4. ventrikül'ün çatısındaki BOS çıkışlarında tıkanıklıkla sonuçlanır ve internal hidrosefali'ye sebep olur. Sıklıkla kraniyovertebral anomaliler yada spina bifida'nın çeşitli formlarıyla ilişkilidir. Belirtiler ve bulgular bulbus ve cerebellum üstündeki basınç ve bu durumla ilişkili son 4 kraniyal sinir çekirdeklerinin tutulmasıyla ilişkilidir.

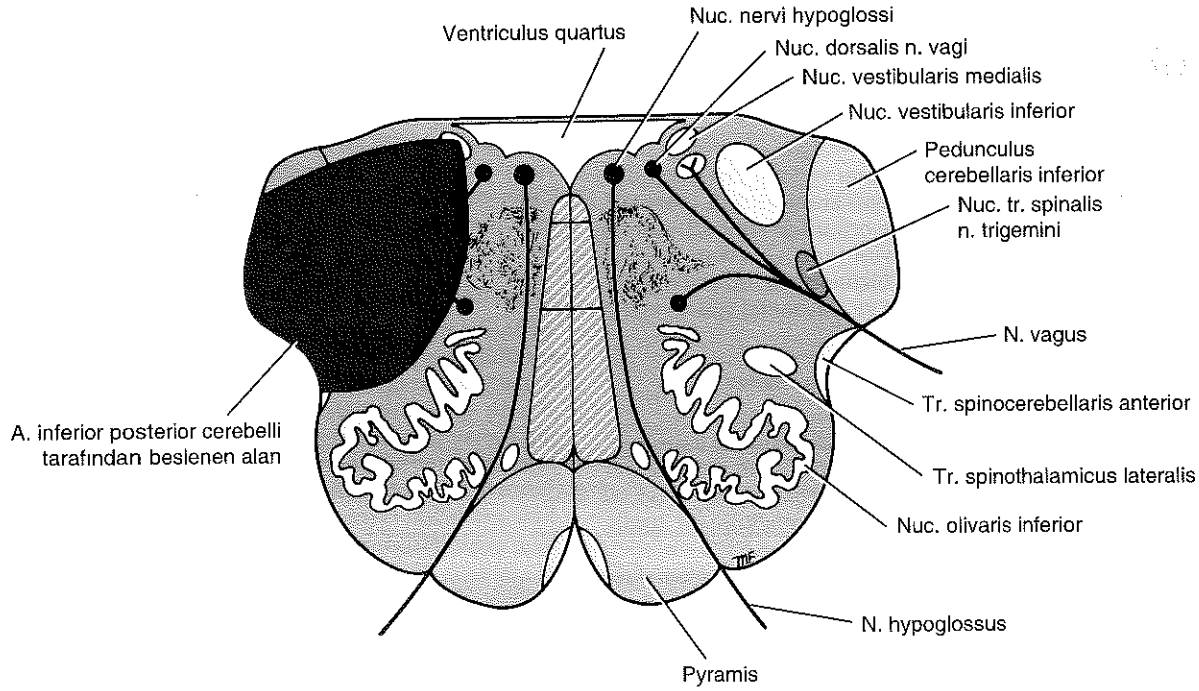
Medulla Oblangata'nın Damarsal Hastalıkları

Wallenberg'in Lateral Medüller Sendromu

Medulla oblangata'nın lateral parçası sıklıkla a. vertebralis'in bir dalı olan a. cerebellaris posterior inferior ile beslenir. Bu iki arterin (Şek. 5-31) herhangi birindeki tromboz, takip eden bulgu ve belirtileri oluşturur; nucleus ambiguus tarafından inerve edilen palatal ve laringeal kasların ipsilateral felci



Şekil 5-30 Arnold-Chiari Fenomeni. Bu kafaya ait koronal kesit cerebellar tonsiller ve medulla oblangata'nın foramen magnum'dan canalis vertebralis'e fıtıklaşmasını gösteriyor.



Şekil 5-31 Nucleus olivarius inferior seviyesinden geçen medulla oblangata transvers kesitinde lateral meduller sendromu oluşturan lezyonun yayılımı gösteriliyor.

sonucunda gelişen disfaji ve disartri; nucleus ve tr. spinalis nervi trigemini'nin tutulmasına bağlı yüzün ipsilateral tarafında analjezi ve termoanestezi, n. vestibularis'in tutulmasına bağlı vertigo, bulantı, kusma ve nistagmus; inen sempatik lifler'in tutulumuyla ipsilateral Horner Sendromu, pedunculus cerebellaris inferior yada cerebellum'un tutulumuyla ipsilateral cerebellar bulgular- yürüyüş ve ekstremite ataksisi ve tr. spinothalamicus ve lemniscus spinalis'in tutulumuna bağlı olarak vücudun karşı tarafında ağrı ve ısı hissinin kaybı.

Medial Meduller Sendrom

Medulla oblangata'nın medial parçası a. vertebralis tarafından beslenir. Medial parçanın trombozu (Şek 5-32) takip eden bulgu ve belirtileri oluşturur; tr. pyramidalis tutulumuyla kontralateral hemiparezi, lemniscus medialis'in tutulumuyla pozisyon, hareket ve taktil ayırım hissinin kontralateral olarak azalması ve n. hypoglossus'un tutulmasına bağlı olarak dil dışarıya çıkartıldığında dil kaslarının felçli tarafa deviasyonu ile karakterize ipsilateral felci.

Ponsun Klinik Önemi

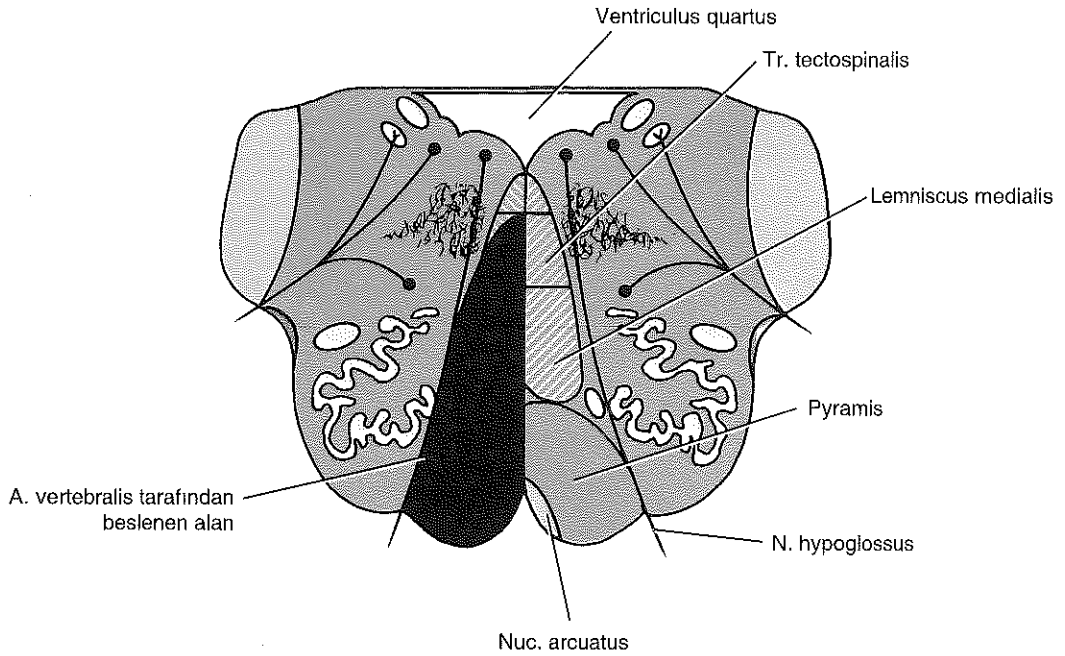
Pons da tıpkı cerebellum ve medulla oblangata gibi tentorium cerebelli'nin altında posterior kraniyal fossa'da yeralır. Önde a. basilaris, sphenoid kemiğin dorsum sellae'sı ve occipital kemiğin basilar kısmı ile ilişkilidir. 4. ventrikül'ün tavanı'nın üst kısmını oluşturmakla beraber çeşitli kraniyal sinir çekirdeklerine (trigeminal, abducent, fasial ve vestibulocochlear) sahiptir ve önemli inen ve çıkan yollar (fas. tr. corticonuclearis, corticopontinus, corticospinalis ve longitudinalis medialis; lemnisci medialis, spinalis ve lateralis) için bir geçiş yeri olarak hizmet verir. Doğal olarak beynin bu parçasının tümörleri, kanaması ve enfarktları çok çeşitli belirti ve bulgulara sebep olurlar. Örnek olarak tr. corticopontocerebellaris'in tutulumu belirgin cerebellar ataksia oluşturur ve istemli hareketlere, hareket ilerledikçe gelişip artan ritmik bir tremor (intensiyon tremoru) eşlik eder.

Ponsun Tümörleri

Pons'un astrositoması beyin sapının çocuklukta en sık görülen tümörüdür. Belirti ve bulguları fasial sinir çekirdeği tutulumuna bağlı ipsilateral kraniyal sinir paralizisi, kontralateral hemiparezi ve yüz kaslarında aynı tarafta güçsüzlük; abducens siniri çekirdeği tutulumuna bağlı aynı yada karşı tarafta lateral rectus kası güçsüzlüğü, vestibüler çekirdek tutulumuna bağlı nistagmus, trigeminal sinir tutulumuna bağlı çene kaslarının güçsüzlüğü, cochlear çekirdeklerin tutulumuna bağlı işitme azlığı, trigeminal sinirin esas duyu çekirdeği tutulumuna bağlı hafif dokunma anastezisi fakat ayrılan spinal çekirdek ve tractus trigeminalis salim olduğu için yüz derisi üzerinde ağrı duyusu korunmuştur ve lemniscus medialis ve spinalis tutulumuna bağlı gövde ve ekstremitelerde kontralateral duyu defektleridir. Tr. corticopontocerebellaris'in tutulumu aynı tarafta cerebellar bulgu ve belirtilere sebep olabilir. Okulomotor, troklear ve abducens çekirdeklerini biribirine bağlayan fasciculus longitudinalis medialis tutulumuna bağlı göz kürelerinin konjuge deviasyonunda azalma görülebilir.

Pons Kanaması

Pons a.basilaris, a.cerebellaris superior ve a. cerebellaris inferior anterior tarafından beslenir. Eğer kanama bu arterlerden birinden ve tek taraflı ise lezyon tarafında facial sinir çekirdeği tutulumuna bağlı bir alt motor nöron felci olan facial paralizi ve pons boyunca geçen corticospinal liflerin tutulumuna bağlı karşı taraf ekstremitelerinde felç görülecektir. Sıklıkla fasciculus longitudinalis medialis ve abducens sinir çekirdeği tutulu-



Şekil 5-32 Nucleus olivarius inferior seviyesinden geçen medulla oblangata transvers kesitinde medial meduller sendromu oluşturan lezyonun yayılımı gösteriliyor.

muna bağlı olarak konjuge oküler deviasyon felci olur.

Kanama yaygın ve çift taraflı ise, oküler sempatik liflerin tutulumuna bağlı olarak 'pinpoint' (iğne deliği) pupillalar görülebilir. Sıklıkla ekstremiteler ve yüzde çift taraflı felç görülür. Pons'taki ciddi hasar hipotalamus'daki ısı denetleme merkezlerini kapattığı için hasta poikilotermik olabilir.

Pons Enfarktları

Pons'taki enfarktlar sıklıkla a. basilaris yada dallarındaki emboli yada trombus'den kaynaklanır. Eğer enfarkt pons'un paramedian alanını içerirse, tr. corticospinalis, pons çekirdekleri ve pedunculus cerebellaris medius aracılığıyla cerebellum'a geçen lifler zedelenebilir. Pons'un lateraline oturan enfarkt trigeminal siniri, lemniscus medialis'i ve pedunculus cerebellaris medius'u içerir; alt ekstremiteye giden tr. corticospinalis lifleri etkilenebilir.

Yukarıda açıklanan klinik durumlar beynin ve medulla spinalis'in inen ve çıkan yolları gözden geçilirse daha açıkca anlaşılabilir. (Bkz. s. 143 ve 153)

Ortabeynin (Mesencephalon) Klinik Önemi

Mesencephalon dar bir sapa benzeyen beyin sapının üst ucunu oluşturur. Posterior kraniyal fossa boyunca nispeten dar bir açıklık olan tentorium cerebelli'de yukarı doğru çıktığından travmatik yaralanmalara açıktır. Mesencephalon'un önemli iki kraniyal çekirdeği (okulomotor ve troklear), refleks merkezleri (colliculus'lar), motor fonksiyonu çokca etkileyen substantia nigra ve nucleus ruber'i vardır. Mesencephalon birçok önemli inen ve çıkan yol için bir geçiş kanalı olarak hizmet verir. Beyin sapının diğer bölümlerinde olduğu gibi geniş spektrumlu belirti ve bulguları olan tümörler, kanama ve enfarktların görüldüğü bir bölgedir.

Mesencephalon Travması

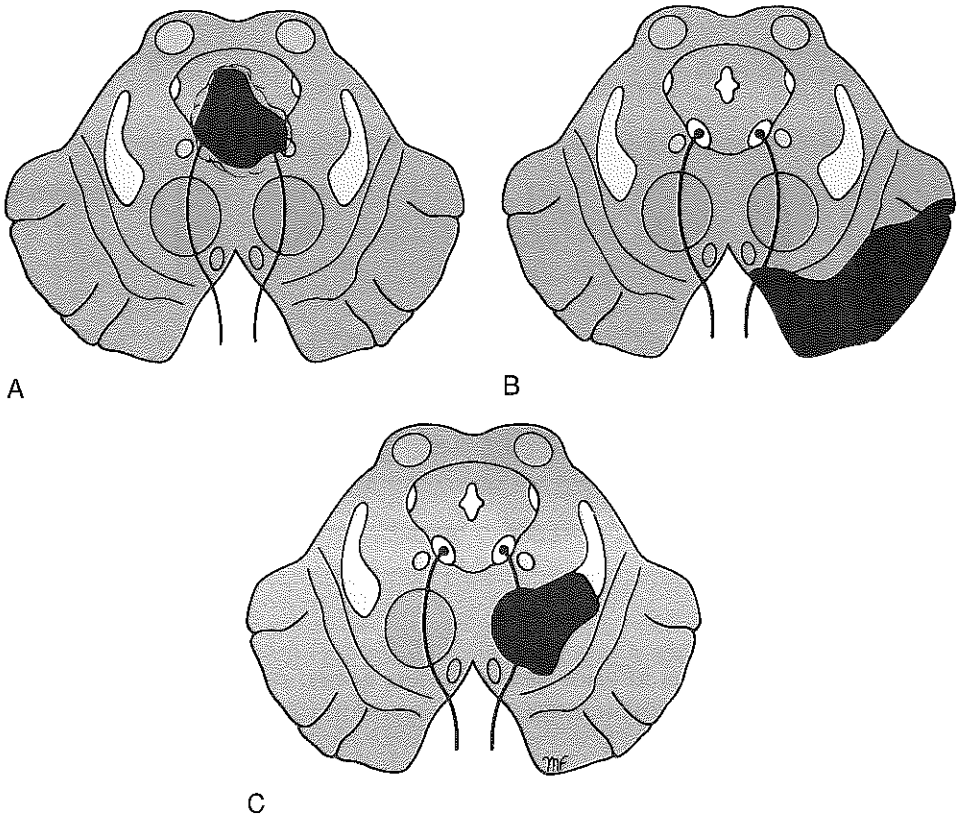
Mesencephalon yaralanma mekanizmaları arasında başın ani lateral hareketi pedunculus cerebri'lerin tentorium cerebelli'nin keskin ve sert serbest kenarına çarpması ile sonuçlanabilir. Başın travmadan kaynaklanan ani hareketleri beynin farklı bölgelerinin farklı hızlarla birbirlerine doğru hareket etmelerine neden olur. Örnek olarak büyük bir anatomik ünite olan ön beyin, beynin kalan kısmından mesela cerebellumdan farklı bir hızla hareket edebilir. Buda mesencephalon'un eğrilmesi, bükülmesi, gerilmesi yada yırtılmasıyla sonuçlanacaktır.

Okulomotor çekirdeklerin tutulması aynı tarafta m.levator palpebrae superioris, m. obliquus inferior, m.rectus superior, inferior ve medialis'de felce sebep olur. Okulomotor sinirin parasempatik çekirdeğinin işlevsizliği ışığa duyarsız ve akomodasyonda kasılamayan dilate pupilla ile sonuçlanır.

Troklear çekirdeğin tutulması karşı taraftaki göz küresinin m. obliquus superior'unda felce neden olur. Sonuç olarak görülüyor ki bu çekirdeklerde tek yada çift yada üzerinde birleştikleri kortikonükleer liflerde tutulum olursa oküler hareketler bozulur.

Aqueductus Cerebri'nin Blokajı

Mesencephalon'un boşluğu olan aqueductus cerebri, ventriküler sistemin dar olan kısımlarından biridir. Normalde, lateral ve III. ventriküllerde salgılanan BOS bu kanaldan geçerek IV. ventriküle girer ve böylece IV. ventrikülün tavanındaki foramina vasıtasıyla subaraknoid aralığa geçer. Konjenital hidrosefalus'ta aqueductus cerebri tıkanmış olabilir veya yerini beyin omurilik sıvısının normal akışı için yeterli olmayan pek çok küçük borumsu geçitlere bırakmış olabilir. Mesencephalon'daki bir tümör (Bkz. Şek. 5-33A) veya



Şekil 5-33 Mesencephalon'un patolojisi **A:** Aqueductus cerebri'yi tıkayan mesencephalon tümörü **B:** Weber sendromu, mesencephalon'u besleyen damarın tıkanması sonucu n. oculomotorus ve crus cerebri'nin hasara uğraması. **C:** Benedikt sendromu, mesencephalon'u besleyen damarın tıkanması sonucu lemniscus medialis ve nucleus ruber'in hasara uğraması.

mesensephalon'un dışında oluşan bir tümörün yarattığı basınç aqueductus cerebri'yi sıkıştırarak hidrocephalus yaratabilir. Aqueductus cerebri tıkandığı zaman III. ve lateral ventriküllerde biriken beyin omurilik sıvısı mesencephalon'da lezyonlar meydana getirir. Tractus corticospinalis ve corticonuclearis ile birlikte n. oculomotorius ve n. trochlearis'in çekirdeklerinin varlığı mesencephalon'daki lezyonun tam olarak lokalize edilmesinde yardımcı olan semptom ve belirtileri ortaya çıkarırlar.

Mesencephalon'un Damarsal Lezyonları

Weber Sendromu

Genellikle mesencephalon'u besleyen a. cerebri posterior'un bir dalının tıkanması sonucu meydana gelen Weber sendromunda (Bkz. Şek. 5-33B) n. oculomotorius ve crus cerebri'ye ait beyin dokusunda nekroz meydana gelir. İpsilateral oftalmopleji ve karşı tarafta yüzün alt yarısında, dilde, kol ve bacakta paralizi görülür. M. rectus medialis'in felcinden dolayı göz lateral'e bakar. Üst göz kapağında ptozis görülür; pupilla ışığa ve akomodasyona cevap vermeyen şekilde dilatedir.

Benedikt Sendromu

Benedikt sendromu (Bkz. Şek. 5-33C) Weber sendromuna benzer ancak buradaki nekroz lemniscus medialis ve nucleus ruber'de görülür. Sonuç olarak da karşı tarafta hemianestezi ve karşı taraftaki ekstremitelerde istem dışı hareketler ortaya çıkar.

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ

1. İntrakranial tümörlü bir hastanın fizik muayenesi yapılırken, nörolog tıp öğrencisine dönerek şöyle bir soru sordu: Medulla oblongata'da lokalize bir tümörde hangi semptom ve işaretleri beklersin/bulursun? Bu soruya nasıl cevap verirsiniz ?
2. 6 aylık bir erkek çocuk, hidrosefali ve alt torakal bölgedeki myelosel nedeniyle ölmüştür. Otopside rhombencephalon'da deformasyon saptanmıştır. Medulla oblongata'nın alt bölümünün, foramen magnum'dan geçerek 3. servikal vertebra'ya kadar canalis vertebralis içinde aşağı doğru uzanmakta olduğu görülmüştür. Alt 4 kranial sinirin normalden daha uzun olduğu ve üst kranial sinir köklerinin, kendilerine ait çıkış deliklerine ulaşmak üzere canalis vertebralis'te yukarı doğru uzanmakta oldukları tespit edilmiştir. Sol tarafta cerebellum'un, foramen magnum'dan geçerek medulla spinalis'e komşu olacak şekilde 3. servikal vertebra'ya kadar aşağı doğru uzanmakta olduğu bulunmuştur. 4. ventrikül tavanının biraz anormal olduğu görülmüştür. (a) Bu malformasyonun adı nedir? (b) Bu durumda hidrosefali'ye sık rastlanır mı? (c) Canalis vertebralis içinde bulunan rhombencephalon'a ait yapı ile torakal myelosel arasında bir bağlantı olabilir mi?
3. 68 yaşındaki bir erkek, baş dönmesi (vertigo), hıçkırık ve kusma şikayetleri ile hastaneye gelmiştir. Aynı zamanda yüzünün sağ tarafındaki deride olan ağrı ve sıcaklıktan şikayet etmiştir. Fizik muayenede, hastaya ah sesini çıkar denildiğinde yumuşak damağın sol tarafa doğru çekildiği saptanmıştır. Laringoskop ile yapılan muayenede, sağ plica vocalis'in hareketlerinde azalma olduğu görülmüştür. Aynı zamanda hastada sağ göz kapağında düşme (ptosis), sağ gözde çökme (enophthalmos) ve sağ pupillada konstriksiyon (myosis) olduğu tespit edilmiştir. Hasta dilini dışarı çıkardığında dil ucunun sağ tarafa doğru kaydığı görülmüştür. Hastanın sol taraf gövde ve ekstremitesindeki ağrı ve ısı duyularının azaldığı saptanmıştır. Anatomi bilginizi kullanarak tanıyı koyunuz.
4. Bir patolog, bir otopsi esnasında fossa cranii posterior'u açarken rhombencephalon'dan CN IX, X ve CN XI'in kranial bölümününün çıkış yerlerini saptamaya çalıştı. Bu sinirleri, rhombencephalon'dan çıkış yerlerini tanımlayınız/açıklayınız.
5. 10 yaşında bir kız hekime götürüldü; çünkü, yüzünün sağ yarısının zayıf olduğu ve emosyonel değişikliklere reaksiyon göstermediği, annesinin dikkatini çekmişti. Aynı zamanda ağzının, özellikle yorulduğu zaman hafif olarak sağa çekildiği gözlendi. Anamnezde hasta, besinin sağ yanağının iç tarafına gitmeme eğiliminde olduğunu ve yüzünün sağ tarafının tuhaf olduğunu bildirdi. Anne, ilk olarak fasial değişiklikleri 3 ay önce gözlemiş ve durumu zamanla kötüleşmişti. Muayenede, sağ tarafta yüz kaslarının belirli zayıflığı vardı; sol taraftaki yüz kasları normaldi. Yüzün uyarılmasında deri duyarlılığı normaldi. Oküler hareketler test edildiği zaman, sağ tarafta m. rectus lateralis'de hafif zayıflık belirtisi vardı. Kol ve bacak hareketlerinin muayenesi sol tarafta hafif zayıflık gösterdi. Nöroanatomi bilginizi kullanarak bu semptom ve belirtileri pons' daki bir lezyon ile ilişkilendiriniz.
6. 65 yaşında bir erkek, ciddi pontin hemoraji tanısı ile acil servise başvurdu. Muayenede, bilateral "çok daralmış pupillalar" ve kuadripleji bulundu. Çok daralmış pupillaların varlığını nasıl açıklayabilirsiniz?
7. İşitme kaybı, vertigo ve çift görme (diplopi) yakınmaları ile 46 yaşında bir erkek hekime başvurdu. Anamnezde, ayrıca şiddeti ve sıklığı artan ciddi başağrısından acı çektiğini söyledi. Önceki hafta başağrısı ataklarının birinde kustu. Muayenede, hafif sağ internal strabismus, alının sağ tarafında deri kırışıklıklarının düzleştiğii ve ağzın sağ köşesinin hafif düştüğü gözlendi. Sağ tarafta işitme yetersizliğinin belirli kanıtı vardı. Duyu kaybı için test yapıldığında, yüzün sağ tarafında trigeminal sinirin mandibular ve maksiller dallarının innerve ettiği alanlarda belirli duyu kaybı vardı. Anatomi bilginizi kullanarak semptom ve belirtileri açıklayınız.
8. Bir otomobil kazasında, araçlardan birinin ölen sürücüsüne otopsi yapılmış ve kafatası açılmıştır. Fossa cranii media'da yaygın bir subdural hematom görülmüştür. Kafatasının içinde kanın hızla birikmesi, tentorium cerebelli'nin üst kısmındaki beyinde basınç meydana getirmiştir. Temporal lobdaki uncus, tentorium cerebelli'daki hiatus'un içinden aşağıya doğru itilmiştir (hernia). Sizce bu intrakranial değişikliklerin hastanın mesencephalon'unda ne gibi etkileri olmuştur?
9. 3 aylık bir kız çocuğu, başının büyük olmasından huzursuzlanan annesi tarafından pediatriste götürülmüştür. Çocuk bunun dışında her yönüyle normaldir. Yapılan muayene sonucu çocuğun baş çapının kendi yaşıtlarına göre büyük olduğu saptanmıştır. Fontanelleri normalden büyük ve orta derecede gergin olduğu görülmüştür. Kafa derisi parlak ve kafa venleri dilate durumdadır. Gözleri normaldi, mental ve fiziksel gelişimi normal sınırlar içindeydi. CT ve MR incelemeleri beynin III. ve lateral ventriküllerinde gross dilatasyon bulunduğunu göstermiştir. Sizin teşhisiniz nedir? Bu çocuğun annesine ne gibi bir tedavi yolu tavsiye edilebilir?
10. 20 yaşındaki bir adam 3 aydır çift görme şikayeti nedeniyle bir nörolog tarafından muayene edilmiştir. Yapılan muayenede her iki gözün normal durumda aşağıya ve dışa baktığı tespit edilmiştir. Hasta gözünü yukarıya ve içe doğru hareket ettirememektedir. Her iki göz kapağında düşme (ptozis) mevcuttur. Her iki pupilla'nın muayenesi esnasında pupilla'ların dilate olduğu ve karşı göze ışık tutulduğu zaman hiç birinin daralmadığı görülmüştür. Yüz hareketleri ve duyuları, üst ve alt

ekstremite hareketleri normaldir. Ekstremitelerde duyu kaybı veya deri değişikliği bulunmamaktadır. Nöroanatomi bilginizi kullanarak bir tanıda bulunun ve lezyonu tam olarak lokalize edin. Lezyon tek taraflı mı yoksa çift taraflı mıdır?

11. Hipertansiyonu olan 56 yaşındaki bir adam, mesencephalon'daki bir kanama şüphesi ile hastaneye yatırılmıştır; kanamanın büyük olasılık ile a. cerebri posterior'un bir dalında olduğu düşünülmektedir. Yapılan muayenesinde sağ m. levator palpebrae superioris, m. rectus superior, m. rectus medialis, m. rectus inferior ve m. obliquus inferior'da paralizi olduğu görülmüştür. Bunlardan başka sağ pupilla dilate durumdadır ve ışık tutulduğunda veya akomodasyonda daralma olmamaktadır. Sol göz her bakımdan normaldir. Hastanın yüzünün sol tarafındaki deride dokunmaya karşı hipersensitivite ve sol üst ve alt ekstremitelerinin geniş bir alanında duyu kaybı gözlenmiştir. Aynı zamanda sol alt ekstremitede athetotik hareketler görülmektedir. Nöroanatomi bilginizi kullanarak hastanın gösterdiği belirtileri açıklayınız.
12. 41 yaşındaki bir kadının mesencephalon' unda bir lezyonu tespit edilmiştir. Fizik muayene sonucu şunlar bulunmuştur: Sol tarafta n. oculomotorius felci (ekstraoküler kaslardan sadece m. rectus lateralis ve m. obliquus superior çalışıyor) ve sol tarafta ışık ve akomodasyon refleksleri mevcut değildir. Yüzün sağ alt yarımında ve dilde bir miktar zayıflık mevcuttu; fakat buradaki kaslarda atrofi yoktur. Sağ üst ve alt ekstremitede spastik paralizi mevcuttur. Baş, gövde veya ekstremiteler'in her iki tarafında duyu kaybı belirtisi yoktur. Nöroanatomi bilginizi kullanarak hastanın mesencephalon'undaki lezyonun yerini tam olarak açıklayın.

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. Son dört kranial sinirin birinin etkilenmesine / tutulumuna kadar medulla oblongata' nın bir lezyonunun lokalizasyonu belirgin değildir. Örneğin, esas çıkan duyu yolları ve inen yollar medulla, pons, mesencephalon veya medulla spinalis'teki bir lezyon tarafından etkilenebilir. Nervus glossopharyngeus'un tutulumu, yetersiz gag refleksi ve dilin 1/3 arka bölümünde tad duyusu kaybı ile tanınabilir. Nervus vagus'un tutulumu, eğer hasta aşağıdaki belirtilerin bir kısmını ve tümünü gösterirse tahmin edilebilir : pharynx duyusunun alınamaması, yutma güçlüğü, yumuşak damağın asimetrik hareketi nedeniyle nasal sıvı regürjitasyonu, ve larynx kaslarının paralizisi nedeniyle konuşmanın boğukluğu / kısıklığı. Nervus accessorius'un kranial bölümü nervus vagus içinde dağıldığından, tek başına tutulumunu test etmek olanaklı değildir. Nervus accessorius'un spinal bölümü, m.sternocleidomastoideus ve m. trapezius'u innerve eder; sinir medulla spinalis'ten orijin aldığından medulla oblongata tümörlerinde etkilenmez. Nervus hypoglossus, dilin wasting, fasikülasyon ve bir yarısının paralizisi gözlenerek test edilebilir.
2. (a) Cerebellum ve medulla oblongata'nın canalis vertebralis'in servikal bölümü içinde bulunduğu durum, Arnold-Chiari malformasyonu olarak bilinir. (b) Evet, bu durumda hidrosefali'ye sık rastlanır. Hidrosefali, beyin omurilik sıvısının normalde subaraknoideal boşluğa geçmesine izin veren ve 4. ventrikülün tavanında bulunan açıklıkların distorsiyonu veya malformasyonu sonucu meydana gelebilir. (c) Evet, bu malformasyon ile myelosel arasındaki bağlantıya sık rastlanır. Sebep tam olarak bilinmemekle birlikte birçok araştırmacı myolosel'in primer sebep olduğuna ve bunun, medulla spinalis ile columna vertebralis'in disproporsione gelişimi sırasında medulla spinalis alt kısmının çevreleyen dokulara doğru çekilmesi ile oluştuğuna inanılır. Bu durum, medulla oblongata ve cerebellum'un foramen magnum aracılığı ile canalis vertebralis içine aşağı doğru çekilmesine neden olur.
3. Bu hastada sağ tarafta a. inferior posterior cerebelli veya a. vertebralis trombozu söz konusudur. Cerebellum veya vestibular çekirdeklerin ya da her ikisinin tutulumu, baş dönmesine neden olur. Sağ tarafta nucleus spinalis nervi trigemini ve tractus spinalis nervi trigemini'nin tutulumu, deride ağrı ve ısı duyularına neden olur. Sağ tarafta vagal çekirdeğin ve n. accessorius'un tutulumu, sağ plica vocalis fiksasyonuna ve yumuşak damakta anormal hareketlere neden olur. Otonom sinir sisteminin sempatik bölümüne ait inen liflerin tutulumu, ptosis, enophthalmus ve myosis (Horner sendromu)'e neden olur. Sağ nucleus nervi hypoglossi'nin tutulumu (sağ m. genioglossus paralizisi), dilin ucunun sağ tarafa doğru kaymasına neden olur. Çıkan yol olan tractus spinothalamicus lateralis'in tutulumu, vücudun karşı tarafındaki ağrı ve ısı duyularının kaybına neden olur. Cerebellum'un alt yüzü ile bulbus'un posterolateral bölümüde bulunan kama şeklindeki alanın arterial beslenmesinin azalması, bu karakteristik sendroma neden olur.

4. IX., X. ve XI (kranial bölümü). kranial sinirler, medulla oblongata'da pedunculus cerebellaris inferior'lar ile oliva'lar arasında bulunan oluktan çıkarlar.
5. 10 yaşındaki kızda , daha sonra pons'un bir astrositomu bulundu. Gözün sağ m. rectus lateralis'inin zayıflığı ile birlikte, sağ unilateral fasial zayıflığa, sağ fasial ve abdusens nukluslarının tümör tarafından etkilenmesi neden oldu. Yüzünde duyu kaybı olmaması, trigeminal sinirin esas duyu nuklusunun her iki tarafta zarar görmediğini gösterir. Sol üst ve alt ekstremitesinde zayıflık, pons'daki kortikospinal liflerin tutulumundan kaynaklandı (bu liflerin çoğunun bulbus'da decussatio pyramidium'da çapraz yaptıklarını hatırlayınız).
6. Çok daralmış (pinpoint) pupillalar, m. constrictor pupillae'nin kuvvetle kasıldığını ve m. dilatator pupillae'nin paralitik olduğunu gösterir. M. dilatator pupillae'ler , pons içinde aşağı doğru (pozisyonu kesin olarak bilinmeyen) medulla spinalis'in torakal bölümünün columna lateralis'ine inen sempatik lifler tarafından innerve edilirler; burada lifler sinaps yaparlar ve torakolumbal sempatik çıkış gerçekleşir.
7. Sağırlık ve vertigo, pons'un üst bölümündeki koklear ve vestibular nukleuslardaki lezyonlardan ileri gelir. Çift görme (diplopi), pons'un sağ tarafında nuc. nervi abducentis'in tutulumu ile ortaya çıktı. Kusma ve şiddetli baş ağrıları şikayeti, pons'un bir tümörü tarafından sebep olunan intrakranial basıncın artmasından ileri gelir. Sağ unilateral fasial felce, sağ fasial sinir nukleusunun tutulumu neden olur. Yüzün sağ tarafının alt ve orta bölümünün duyu yetersizliği, sağ trigeminal sinirin esas duyu nukleusunun tümör tutulumu sonucu ortaya çıkar.
8. Fıtıklaşmış uncus ve subdural hematom orta beynin karşı tarfındaki crus cerebri'yi tentorium cerebelli'nin keskin kenarına doğru itmiştir. Orta beynin distorsiyonu aqueductus cerebri'nin daralmasına yol açmış ve bu da beyin omurilik sıvısının III. ventrikülden IV. ventriküle geçişini engelleyerek supratentorial basıncı daha da arttırmıştır. Bu şartlar altında orta beyinde şiddetli kanama meydana gelebilir; bu da 3. ve 4. kraniyel sinirlerin nucleus'larını ve inen-çıkan önemli bazı yolları etkiler.
9. Bu çocukta hidrosefalus vardır. Fizik muayene ile özel testler göstermiştir ki beynin III. ve lateral ventrikülleri büyük ölçüde dilate olmuşlardır. Bunun nedeni buralarda biriken beyin-omurilik sıvısıdır. Beyin omurilik sıvısının III. venrikülden aqueductus cerebri yolu ile IV. ventriküle geçişinde mekanik bir tıkanıklık vardır. Tümör ve kist mevcudiyeti elimine edildikten sonra tıkanıklığın sebebinin konjenital atrezi ya da aqueductus cerebri'nin malformasyonu olduğu tahmin edilmiştir. Bu durum devam ederse yani aqueductus cerebri'deki blokaj anormal büyümesine devam ederse bir beyin cerrahi tarafından müdahale edilerek beyin-omurilik-sıvısının III. ventrikülden veya lateral ventriküllerden subaraknoid aralığa veya boynun venöz sistemine aktarılması gereklidir (şant).
10. İki yıl sonra hasta ölmüş; yapılan otopside colliculus superior düzeyinde tegmentum'un orta kısmında büyük bir astrositoma bulunmuştur. Hasta yüksek bir kafa-içi basınç ile ilgili bütün belirtileri yaşıyordu. Bu artan basınç kısmen genişleyen tümörden dolayı idi. Fakat problem aqueductus cerebri'nin tıkanması sonucu meydana gelen hidrosefalus dolayısıyla artmıştır.

    Hastanın ilk muayenesinde görülen belirtiler her iki taraftaki III. kranial sinirlerin de etkilendiği ve colliculus superior düzeyinde santral gri cevherde bulunan tümörün mevcudiyeti ile açıklanabilir. Bunun sonucunda bilateral ptozis, bilateral oftalmopleji ve bilateral dilate ve fikse pupilla meydana gelmiştir. Gözlerin normal bakışının aşağıya ve laterale doğru olması m. rectus lateralis (CN VI innerve eder) ve m. obliquus superior (CN IV innerve eder)' dan dolayıdır.
11. Hastanın sağ III. kranial siniri etkilendiği ve orta beynin tegmentum'unun sağ tarafında oluşan bir kanaması vardı. Sol n. trigeminus'un yükselen yolları da etkilenmiştir. Sol n. trigeminus'un duyu çekirdeklerinden çıkan lifler orta çizgiyi geçerek sağ taraftaki lemniscus trigeminalis içinden yükselirler. Sol üst ve alt ekstremitelerde görülen duyu kaybı, sağ lemniscus medialis ve spinalis'dan dolayıdır. Sol bacağın athetoik hareketleri sağ nuc. ruber'in etkisiyle açıklanabilir. Sol üst ve alt ekstremitede spastisite olmaması lezyonun sağ inen yollara ulaşmadığını gösteriyor (Bkz. s. 167-168).
12. Sonradan yapılan otopside a. cerebri posterior'un bir dalının etkilendiği damarsal bir lezyon bulunmuştur. Mesencephalon'un sol tarafında substantia nigra ve crus cerebri'lerin bulunduğu bölgede beyin dokusunun oldukça yumuşadığı görülmüştür. Nekroze (infarkt) olmuş bölgeden geçtiği için sol n. oculomotorius da etkilenmiştir. Tractus corticonuclearis'in lifleri sol crus cerebri'den aşağıya doğru giderken hasar görmüşlerdir. Bu lifler orta çizgiden karşıya geçip n. facialis nucleus'una ve n. hypoglossus'un nucleus'una giderler. Sol tarafın tractus corticospinalis'in lifleri de etkilendiği için (medulla oblongata'da çaprazlaşırlar) sağ üst ve alt ekstremitede spastik paralizi görülmüştür. Sol lemniscus medialis ve sol lemniscus trigeminalis hasar görmemiştir. Bu da vücudun sağ tarafındaki duyularda bir değişiklik olmamasını açıklar. Bu, Weber sendromunun güzel bir örneğidir.

ÇALIŞMA SORULARI

Açıklama: Bu bölümdeki numaralanmış her soruyu, harfli yanıtlar takip etmektedir. Doğru olan harfli yanıtı seçiniz.

1. Aşağıdaki cümleler, medulla oblongata'nın ön yüzü ile ilgilidir:
   (a) Pyramis'ler aşağı doğru incelirler ve decussatio pyramidum'u oluştururlar.
   (b) Orta hattın her iki yanında oliva denilen ve kortikospinal lifler içeren oval bir kabartı vardır.
   (c) Nervus hypoglossus, oliva ve pedunculus cerebellaris inferior arasından çıkar.
   (d) Nervus vagus, pyramis ve oliva arasından çıkar.
   (e) Nervus abducens, pons ve mesencephalon arasından çıkar.
2. Aşağıdaki genel cümleler, medulla oblongata ile ilgilidir:
   (a) Dördüncü ventrikülün tabanının kaudal yarısı, medulla oblongata'nın rostral yarısı tarafından oluşturulur.
   (b) Canalis centralis, medulla oblongata boyunca uzanır.
   (c) Nucleus gracilis, medulla'nın ön yüzündeki tuberculum gracile'nin altında yer alır.
   (d) Decussatio lemnisci medialis, medulla'nın rostral yarısında yer alır.
   (e) Cerebellum, medulla'nın önünde yer alır.
3. Aşağıdaki genel cümleler, medulla oblongata'nın alt bölümünün iç yapısı ile ilgilidir:
   (a) Decussatio pyramidum, kortikospinal liflerin 1/4'ünün medulla oblongata'nın bir yanından diğer bir yanına çapraz yaparak geçmesi ile oluşur.
   (b) Medulla spinalis'in canalis centralis'i yukarıya doğru medulla oblongata'nın içinde devam etmez.
   (c) Substantia gelatinosa, nucleus spinalis nervi trigeminalis ile devam etmez.
   (d) Lemniscus medialis, tractus spinothalamicus anterior ve tractus spinotectalis tarafından oluşturulur.
   (e) Fibrae arcuatae internae denilen lifler, nucleus gracilis ve nucleus cuneatus'tan çıkarlar.
4. Aşağıdaki cümleler, medulla oblongata'nın üst bölümünün iç yapısı ile ilgilidir:
   (a) Formatio reticularis, sinir lifleri içerir; sinir hücrelerine sahip değildir.
   (b) Nucleus ambiguus, n. vagus, n. accessorius'un kranial bölümü ve n. hypoglossus'un motor çekirdeğini oluşturur.
   (c) 4. ventrikülün tabanının altında nucleus dorsalis nervi vagi ve vestibuler çekirdekler bulunur.
   (d) Fasciculus longitudinalis medialis, orta hattın her iki yanında bulunan çıkan liflerin oluşturduğu bir demettir.
   (e) Pedunculus cerebellaris inferior, pons'u cerebellum'a bağlar.
5. Aşağıdaki cümleler, Arnold-Chiari fenomeni ile ilgilidir:
   (a) Edinilmiş / sonradan meydana gelen bir anomalidir.
   (b) 4. vertrikülün tavanındaki çıkışlarda / deliklerde blok olabilir.
   (c) Cerebellum, foramen magnum içinden asla fıtıklaşmaz.
   (d) Genellikle spina bifida'nın çeşitli formlarına eşlik etmez.
   (e) Bu durumda, lumbal ponksiyon yapmak güvenlidir.
6. Aşağıdaki cümleler, medial meduller sendrom'la ile ilgilidir:
   (a) Dilin kontralateral tarafı paralizedir.
   (b) İpsilateral hemipleji vardır.
   (c) Pozisyon ve hareket duyularında ipsilateral bozulma vardır.
   (d) Genellikle a. vertebralis'in medulla oblongata'ya giden dalının trombozu sonucu oluşur.
   (e) Kontralateral fasial paralizi vardır.
7. Aşağıdaki cümleler, lateral medüller sendrom'la ilgilidir:
   (a) Bu durum a. inferior anterior cerebelli'nin trombozu sonucu oluşabilir.
   (b) Aynı taraftaki nucleus ambiguus'da harabiyet olabilir.
   (c) Yüzün kontralateral tarafında analjezi ve termoanestezi olabilir.
   (d) Kontralateral tarafın gövde ve ekstremitesinde hipoaljezi ve termoanestezi olabilir.
   (e) Nöbet belirtileri olabilir.

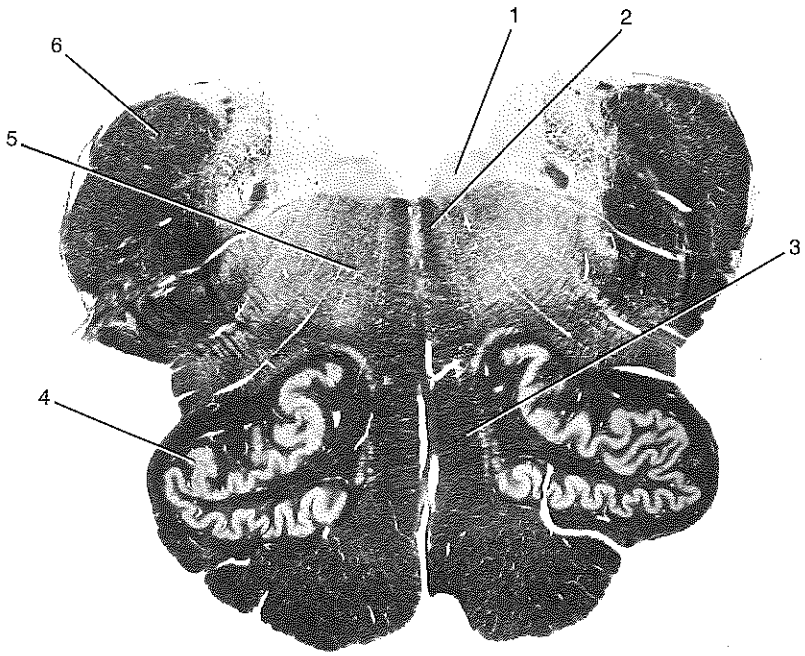
Açıklama : Eşleştirme soruları : Şekil 5-34'de gösterilen ve sol tarafta verilen numaralar ile sağ tarafta verilen yapıları uygun olarak eşleştiriniz.

8. No 1
9. No 2
10. No 3
11. No 4
12. No 5
13. No 6

(a) Pedunculus cerebellaris inferior
(b) Lemniscus medialis
(c) Nucleus nervi hypoglossi
(d) Formatio reticularis
(e) Yukarıdakilerden hiçbiri

Açıklama: Bu bölümdeki numaralanmış her soruyu, harfli yanıtlar takip etmektedir. Doğru olan harfli yanıtı seçiniz.

14. Aşağıdaki pons ile ilgili bilgilerden hangisi doğrudur?
   (a) N. trigeminus, pons'un lateral yüzünden çıkar.
   (b) N. glossopharyngeus, pons ve bulbus arasındaki olukta beyin sapı'nın ön yüzünden çıkar.
   (c) Arteria basilaris, pons'un ön yüzündeki merkezi olukta yer alır.
   (d) Pons'un arka yüzünde bulunan birçok sinir lifi, pedunculus cerebellaris medius'u oluşturmak üzere laterale doğru uzanır.
   (e) Pons, dördüncü ventrikülün tabanının alt yarısını oluşturur.
15. Aşağıdaki önemli oluşumlar, belirtilen seviyelerde beyin sapında yer alır; doğru olanı işaretleyiniz.



Şekil 5-34 Medulla oblongata'nın transvers kesitinin fotomikrografı. (Weigert boyama.)

(a) Nucleus ruber, mesencephalon içinde yer alır.
(b) Colliculus facialis, pons'un kranial / üst bölümünde yer alır.
(c) Nervus trigeminus'un motor çekirdeği, pons'un caudal/ alt bölümünde bulunur.
(d) Nucleus nervi abducentis, pons'un kranial bölümünde yer alır.
(e) Nucleus nervi trochlearis, colliculus superior düzeyinde mesencephalon içinde yer alır.

16. Aşağıdaki pons'un arka yüzü ile ilgili cümlelerden hangisi doğrudur?
(a) Sulcus medianus'un lateralindeki kabarıklık, eminentia lateralis olarak adlandırılır.
(b) Colliculus facialis, nuc. nervi facialis'in etrafını çevreleyen n. abducens'in kökü tarafından oluşturulur.
(c) Sulcus limitans'ın alt bölümünün döşemesi pigmentli olup, substantia ferruginea olarak adlandırılır.
(d) Vestibular alan (area vestibularis), sulcus limitans'ın medialinde yer alır.
(e) Cerebellum, pons'un önünde yer alır.

17. Aşağıdaki pons'un kaudal bölümünden yapılan transvers kesit ile ilgili cümlelerden hangisi doğrudur?
(a) Pontin çekirdekler, transvers pontin lifler arasında yer alır.
(b) Nuclei vestibulares, nuc. nervi abducentis'in medialinde yer alır.
(c) Corpus trapezoideum, fasial sinir nukleusundan gelen liflerden oluşur.
(d) Tegmentum, corpus trapezoideum'un önünde yer alan pons bölümüdür.
(e) Fasciculus longitudinalis medialis, IV. ventrikülün döşemesinin üzerinde, orta hattın her iki tarafında yer alır.

18. Aşağıdaki pons'un kranial bölümünden yapılan kesit ile ilgili cümlelerden hangisi doğrudur?
(a) Nuc. motorius nervi trigemini, tegmentum'da esas duyu nukleusunun lateralinde yer alır.
(b) Lemniscus medialis, uzun ekseninin vertikal olarak yer alması için yön değiştirmiştir.
(c) Kortikospinal lif demetleri, transvers pontin lifler arasında yer alırlar.
(d) Fasciculus longitudinalis medialis, thalamus ile nuc. tractus spinalis nervi trigemini'yi bağlar.
(e) N. trigeminus'un motor kökü, duyu kökünden daha büyüktür.

19. Aşağıdaki pons ile ilgili cümlelerden hangisi doğrudur?
(a) Yukarıda os sphenoidale'nin dorsum sellae'si ile komşudur.
(b) Fossa cranii media'da yer alır.
(c) Pons'un glial tümörleri nadirdir
(d) Tractus corticopontinus'un lifleri nuclei pontis'te sonlanır.
(e) Pons, kanını a. carotis interna'dan alır.

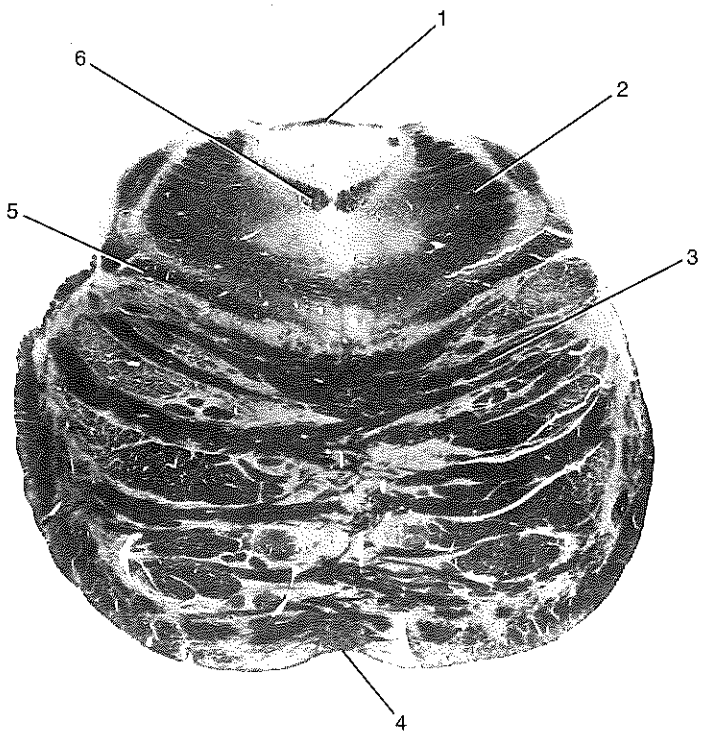
Açıklama: Eşleştirme soruları: Şekil 5-35'de gösterilen ve sol tarafta verilen numaralar ile sağ tarafta verilen yapıları uygun olarak eşleştiriniz.

20. No 1
21. No 2
22. No 3
23. No 4
24. No 5
25. No 6

(a) Sulcus basilaris
(b) Fasciculus longitudinalis medialis
(c) Pedunculus cerebellaris superior
(d) Velum medullare superius
(e) Yukarıdakilerin hiçbiri

Açıklama: Bu bölümdeki numaralanmış her soruyu, harfli yanıtlar takip etmektedir. Doğru olan harfli yanıtı seçiniz.

26. Aşağıdaki mesencephalon ile ilgili cümlelerden hangisi doğrudur?
(a) Tentorium cerebelli'nin serbest ve fikse kenarları arasından yukarıya doğru geçer.



Şekil 5-35 Pons'un transvers kesitinin fotomikrografı. (Weigert boyama.)

(b) Nervus oculomotorius, colliculus inferior'ların aşağısında arka yüzden çıkar.
(c) Brachium superius, colliculus superior'dan corpus geniculatum mediale'ye uzanır.
(d) Mesencephalon'un kavitesi, aqueductus cerebri olarak adlandırılır.
(e) Fossa interpeduncularis, lateralde pedunculi cerebelli tarafından sınırlanır.

27. Aşağıdaki mesencephalon ile ilgili bilgilerden hangisi doğrudur?
(a) Nucleus nevri oculomotorii, colliculus inferior düzeyinde mesencephalon içinde yer alır.
(b) Nervus trochlearis, mesencephalon'un ön yüzünden çıkar ve velum medullare superius'ta komple çaprazlaşır.
(c) Nucleus nervi trochlearis, colliculus inferior düzeyinde merkezi gri cevher içinde yer alır.
(d) Lemnisci, merkezi gri cevherin iç yanında bulunur.
(e) Lemniscus trigeminalis, lemniscus medialis'in ön tarafında yer alır.

28. Aşağıdaki cümleler, mesencephalon'un iç yapısı ile ilgilidir:
(a) Tectum, aqueductus cerebri'nin arkasında bulunan kısımdır.
(b) Her iki taraftaki crus cerebri, substantia nigra'nın arkasında bulunur.
(c) Tegmentum, substantia nigra'nın önünde bulunur.
(d) Santral gri cevher, nucleus ruber'i, çevreler.
(e) Formatio reticularis, mesencephalon'un alt bölümüne sınırlıdır.

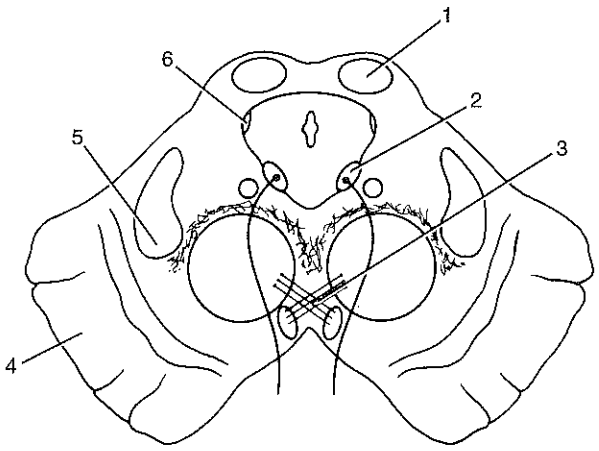
29. Aşağıdaki cümleler, mesencephalon'un colliculus'ları ile ilgilidir:
(a) Tegmentum'da bulunurlar.
(b) Colliculus superior' lar görme refleksleri ile ilgilidir.
(c) Colliculus inferior'lar, nuc. nervi oculomotorii düzeyinde bulunur.
(d) Colliculus inferior'lar koku refleksleri ile ilgilidir.
(e) Colliculus superior'lar, nuc. nervi trochlearis düzeyinde bulunur.

30. Aşağıdaki cümleler, CN III çekirdekleri ile ilgilidir:
(a) Nucleus nervi oculomotorii, santral gri cevherin lateralinde bulunur.
(b) Nucleus nervi oculomotorii'nin sempatik kısmına Edinger Westphal nucleus'u denir.
(c) Nucleus nervi oculomotorii, aqueductus cerebri'nin arkasında bulunur.
(d) Nucleus nervi oculomotorii'nin sinir lifleri nucleus ruber'in içinden geçer.
(e) Nucleus nervi oculomotorii, fasciculus longitudinalis medialis'e yakın bulunur.

Açıklama: Eşleştirme soruları: Şekil 5-36'de gösterilen ve sol tarafta verilen numaralar ile sağ tarafta verilen yapıları uygun olarak eşleştiriniz.

31. No 1
32. No 2
33. No 3
34. No 4
35. No 5
36. No 6

(a) Fasciculus longitudinalis medialis
(b) Colliculus inferior
(c) Lemniscus medialis
(d) Nucleus nervi trochlearis
(e) Yukarıdakilerin hiç biri



Şekil 5-36 Mesencephalon'un transvers kesiti.

Açıklama: Her olguyu sorular takip etmektedir. Olguyu okuduktan sonra, harfli bir doğru yanıtı seçiniz.

Yutma zorluğu, ses kısıklığı ve baş dönmesi şikayetleri olan 63 yaşındaki erkek hasta bir nörolog tarafından muayene ediliyor. Bütün bu semptomlar 4 gün önce aniden başlamış. Fizik muayenede, sol tarafta faringeal öğürme refleksinin (gag refleksi) kaybı, yüzün sol tarafında analjezi ve sol tarafta plica vocalis paralizisi tespit ediliyor.

37. Anamnez ve fizik muayene sonuçlarına göre en uygun tanı nedir?
    (a) Sağ tarafta fossa cranii posterior'da meningeal bir tümör
    (b) Sol tarafta lateral medullar sendrom
    (c) Sol tarafta medial medullar sendrom
    (d) Sağ tarafta lateral medullar sendrom
    (e) Sağ tarafta medial medullar sendrom

7 yaşındaki bir kız çocuğu, annesine çift görme şikayetinde bulunduğundan bir nörolog tarafından muayene edildi. Dikkatli bir fizik muayene, kız çocuğu sol tarafa baktığında çift görmenin daha da kötüleştiğini ortaya koydu. Ayrıca hastada, spasite olmaksızın sağ alt ekstremitede hafif bir motor paralizi olduğu görüldü. Aynı zamanda, yüzün sol tarafının tamamını tutan hafif bir fasial paralizi vardı.

38. Anamnez ve klinik muayene temeli doğrultusunda, aşağıdaki nörolojik defisit açıklamalarından hangisi yanlıştır?
    (a) Çift görme, sol rectus lateralis kasının güçsüzlüğünden / felcinden kaynaklandı.
    (b) Komple sol fasial paralizi, sol nervus facialis çekirdeği veya sinirin hasarından / tutulumundan ortaya çıktı.
    (c) Hafif sağ hemipareziye, sağ taraftaki kortikospinal tractus'un hasarı sebep oldu.
    (d) Bir MRI, pons'un alt bölümünün sol tarafında bir tümörün varlığını gösterdi.
    (e) Sol CN VI çekirdeğinde (nuc. nervi abducentis) hasar vardı.

42 yaşındaki bir kadın ciddi / ağır ve devamlı baş ağrısı yakınması ile doktoruna başvurdu. Önceleri, baş ağrısı devamlı değildi ve geceleri ortaya çıkma eğilimindeydi. Şimdi, baş ağrısı sürekli mevcut ve tüm başı etkiledi. Son zamanlarda, ciddi kusma nöbetleri ile sonlanan bulantı hissetmeye başladı. Son hafta, aynaya baktığında, sağ pupilla'sının soldakinden daha büyük olduğunu fark etti. Sağ üst göz kapağı da düşmeye başladı.

39. Fizik muayene, büyük olasılıkla aşağıdaki bulgulardan biri hariç diğerlerini ortaya çıkardı; hariç olan hangisidir?
    (a) Sağ göz kapağını yukarı kaldırırken güçsüzlük vardı.
    (b) Sağ gözde ciddi / ileri ptozis vardı.
    (c) Sağ pupilla'da belirgin bir dilatasyon vardı.
    (d) Oftalmoskopik muayene, bilateral papilla ödemini ortaya koydu.
    (e) Diğer superior oblik kasta paralizi işareti yoktu.
    (f) Alt ekstremitelerin muayenesi, sol alt ekstremite kaslarında hafif spasite ortaya çıkardı.
    (g) Sağ üst ekstremitede ataksi vardı.
    (h) Dilin sol 1/3 arka bölümünde tad duyusu kaybı vardı.

40. Anamnez ve fizik muayene bulguları çerçevesinde doktor, büyük olasılıkla aşağıdakilerden hangi tanıyı yapabilir?
    (a) Sol serebral hemisferi tutan bir tümör.
    (b) Colliculus superior'lar düzeyinde mesencephalon'un sağ tarafını tutan bir tümör.
    (c) Ciddi migren.
    (d) Sol serebral hemisferi tutan bir serebral hemoraji.
    (e) Mesencephalon sol tarafında bir tümör.

ÇALIŞMA SORULARININ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. A doğru'dur. Medulla oblongata'daki pyramis (pyramis bulbi)'ler şağıya doğru incelerek uzanırlar ve decussatio pyramidum'u oluştururlar (Bkz. şek. 5-9). B. Medulla oblongata'nın ön yüzünde, orta hattın iki yanında pyramis'lerin lateralinde oliva olarak adlandırılan şişkinlik vardır; bu şişkinlikte nucleus olivaris yer alır, kortikospinal lif içermez (Bkz. s. 204). C. Nervus hypoglossus, pyramis ve oliva arasından çıkar. D. Nervus vagus, oliva ve pedunculus cerebellaris infe-

rior arasından çıkar. E. Nervus abducens, pons ve medulla oblongata arasından çıkar (Bkz. şek. 5-9).

2. A doğru'dur. Dördüncü ventrikül'ün tabanının kaudal / alt yarısı, medulla oblongata'nın rostral / üst yarısı tarafından oluşturulur (Bkz. şek. 5-9). B. Medulla oblongata'daki canalis centralis, kaudal / alt yarıya sınırlıdır. C. Nucleus gracilis, medulla'nın arka yüzü üzerindeki tuberculum gracile'nin içinde yer alır. D. Decussatio lemnisci medialis, medulla'nın caudal yarısında gerçekleşir. E. Cerebellum, medulla'nın arka tarafında yer alır.
3. E doğru'dur. Fibrae arcuatae internae, nuc. gracilis ve nuc. cuneatus'tan çıkarlar (Bkz. şek. 4.16). A. Decussatio pyramidum, kortikospinal liflerin ¾'ünün medulla'nın bir tarafından diğer tarafına çapraz yapması ile gerçekleşir. B. Medulla spinalis'teki canalis centralis, yukarıya doğru bulbus içinde devam eder. C. Substantia gelatinosa, n. trigeminus'un spinal çekirdeği ile devamlılık gösterir. D. Lemniscus medialis, nuc. gracilis ve nuc. cuneatus'taki nöronların aksonları tarafından oluşturulur; aksonlar çekirdeklerden çıkarlar, fibrae arcuatae internae olarak orta hattı çaprazlarlar ve sonra thalamus'a giderler (Bkz. şek. 4-16).
4. C doğru'dur. Dördüncü ventrikülün tabanının derininde /altında, nuc. dorsalis nervi vagi ve nuclei vestibulares yer alır (Bkz. şek. 5-14). A. Medulla oblongata'nın üst bölümündeki formatio reticularis, sinir lifleri ve küçük sinir hücrelerinden oluşan mikst bir yapıdır. B. Nucleus ambiguus, n. glossopharyngeus, n. vagus ve n. accessorius'un kranial bölümünün motor çekirdeğidir. D. Fasciculus longitudinalis medialis, orta hattın iki yanında, lemniscus medialis'in arkasında yer alan, ascending ve descending liflerin bir demetidir (Bkz. şek. 5-14). E. Pedunculus cerebellaris inferior, medulla'yı cerebellum'a bağlar.
5. B doğru'dur. Arnold-Chiari fenomeninde, dördüncü ventrikül tavanındaki çıkışlarda / deliklerde blok / tıkanma olabilir (Bkz. s. 217). A. Bu fenomen / sendrom, konjenital bir anomalidir. C. Tonsilla cerebelli, foramen magnum'dan hernie olabilir (Bkz. şek. 5-30). D. Arnold-Chiari fenomenine, genellikle çeşitli spina bifida tipleri eşlik eder. E. Bu fenomende, lumbal ponksiyon yapılması tehlikelidir (Bkz. s. 217).
6. D doğru'dur. Medial meduller sendrom, genellikle a. vertebralis'in medulla oblongata'ya giden bir dalının trombozu nedeniyle oluşur (Bkz. s. 218). A. Dil, ipsilateral tarafa paralizedir (Bkz. s. 218). B. Kontralateral hemipleji vardır. C. Kontralateral pozisyon ve hareket duyusunda bozukluk vardır. E. Fasial paralizi yoktur.
7. B doğru'dur. Lateral meduller sendromda, aynı taraftaki nucleus ambiquus hasarlı olabilir (Bkz. s. 217). A. Bu durum, posterior inferior serebellar arterin trombozu ile oluşabilir. C. Yüzün ipsilateral tarafında, analjezi ve termoanestezi olabilir. D. İpsilateral gövde ve ekstremite hypoaljesisi ve termoanestezi gelişebilir. E. Nöbet genellikle oluşmaz.
8. C doğru'dur.
9. E doğru'dur. Oluşum, fasciculus longitudinalis medialis'tir.
10. B doğru'dur.
11. E doğru'dur. Oluşum, inferior olivar çekirdektir.
12. D doğru'dur.
13. A doğru'dur.
14. C doğru'dur. Arteria basilaris, pons'un ön yüzü üzerinde merkezi olarak yer alan olukta bulunur (Bkz. s. 206). A. Nervus trigeminus, pons'un ön yüzünden çıkar. B. Nervus glossopharyngeus, medulla oblongata'nın ön yüzünde pedunculus cerebellaris inferior ve oliva arasındaki oluktan çıkar (Bkz. şek. 5-9). D. Pons'un ön yüzünde, pedunculus cerebellaris medius'u oluşturmak üzere laterale doğru giderek bir araya gelen sinir lifleridir. E. Pons, dördüncü ventrikülün tabanının üst yarısını oluşturur (Bkz. Şek.5-18).
15. A doğru'dur. Nuc. ruber, mesencephalon içinde yer alır (Bkz.Şek. 5-25). B. Colliculus facialis, pons'un kaudal bölümünde bulunur (Bkz. Şek. 5-18). C.Trigeminal sinirin motor çekirdeği (nuc. masticatorius), pons'un kranial bölümü içinde yer alır (Bkz. Şek. 5-20). D. Nuc. nervi abducentis, pons'un kaudal bölümünde bulunur (Bkz. Şek. 5-19). E. Nuc. nervi trochlearis, colliculus inferior düzeyinde mesencephalon'da yer alır (Bkz. Şek. 5-25).
16. B doğru'dur. Pons'un arka yüzünde, nuc. nervi abducentis'in etrafını dolanan n. facialis'in kökü tarafından oluşturulan colliculus facialis'tir (Bkz. Şek. 5-19). A. Eminentia medialis, sulcus medianus'un lateralinde uzunlamasına bir şişkinliktir (Bkz. Şek. 5-26). C. Sulcus limitans'ın üst bölümünün tabanı pigmentedir ve substantia ferruginea olarak adlandırılır (Bkz. Şek. 5-18). D. Area vestibularis, sulcus limitans'ın lateralinde yer alır (Bkz. Şek. 5-18). E. Cerebellum, pons'un arka tarafında bulunur.
17. A doğru'dur. Pontin çekirdekler, transvers pontin lifler arasında yer alır. (Bkz. Şek. 5-12). B. Nuclei vestibulares, abdusens çekirdeğinin lateralinde bulunur (Bkz. Şek. 5-19). C. Corpus trapezoideum, nuclei cochleares ve nuclei corporis trapezoidei'den derive olan lifler tarafından yapılır (Bkz. s. 208). D. Tegmentum, corpus trapezoideum'un arkasında kalan pons bölümüdür. E. Fasciculus longitudinalis medialis, dördüncü ventrikülün tabanının aşağısında orta hattın iki yanında yer alır (Bkz. Şek. 5-19).
18. C doğru'dur. Pons'ta kortikopontin lifler, transvers pontin lifler arasında yer alır (Bkz. Şek. 5-19). A. Nervus trigeminus'un motor çekirdeği (nuc. motorius nervi trigemini), pons'un tegmentum'unda esas duyu çekirdeği'nin (nuc. principalis nervi trigemini) iç yanında yer alır (Bkz. Şek. 5-20). B. Pons'un kranial bölümünde, lemniscus medialis pons'un uzun eksenine transvers gelecek şekilde rotasyona uğrar (Bkz. Şek. 5-19). D. Fasciculus longitudinalis medialis, ekstraokuler kasların kontrolü ile ilgili çekirdekler ile vestibüler ve kohlear çekirdekleri birbirine bağlayan temel yoldur. E. Nervus trigeminus'un motor kökü, duyu kökünden daha küçüktür.
19. D doğru'dur. Pons'ta kortikopontin lifler, nuclei pontis'te sonlanır (Bkz. s. 208). A. Pons, önde os sphenoidale'nin dorsum sellae'si ile ilişkilidir / komşudur. B. Pons, fossa cranii posterior'da yer alır. C. Pons'un

astrositoma'sı beyin sapının en yaygın tümörüdür. E. Pons, beslenmesi için a. basilaris'ten kan alır.

20. D doğru'dur.
21. C. Doğru'dur.
22. E doğru'dur. Yapı / oluşum transvers pontin liflerdir.
23. A doğru'dur.
24. E doğru'dur. Yapı / oluşum lemniscus medialis'tir.
25. B doğru'dur.
26. D doğru'dur. Mesencephalon'un kavitesi / boşluğu aqueductus cerebri'dir (Bkz. Şek. 5-28). A. Mesencephalon, dorsum sellae'nin arkasında tentorium cerebelli'deki açıklıktan yukarıya doğru geçer. B. Nervus oculumotorius, colliculus superior'lar düzeyinde mesencephalon'un ön yüzünden çıkar (Bkz. Şek. 5-25). C. Brachium colliculi superioris, colliculus superior'dan vizüel fonksiyonlarla ilgili corpus geniculatum laterale ve tractus opticus'a uzanır (Bkz. Şek. 5-23). E. Fossa intertubercularis, lateralde crus cerebri ile sınırlanır (Bkz. Şek. 5-25).
27. C doğru'dur. Nucleus nervi trochlearis, colliculus inferior düzeyinde mesencephalon'un sentral gri cevherinde yer alır (Bkz. Şek. 5-25). A. Nuc. nervi oculomotorii, colliculus sperior düzeyinde mesencephalon'da bulunur (Bkz. Şek. 5-25). B. Nervus trochlearis, mesencephalon'un arka yüzünden çıkar ve velum medullare superius'ta komple çaprazlaşır (Bkz. Şek. 5-25). E. Lemniscus trigeminalis, lemniscus medialis'in arkasında yer alır (Bkz. Şek. 5-25).
28. A doğru'dur. Tectum, aqueductus cerebri'nin arkasında kalan mesencephalon bölümüdür (Bkz. Şek. 5-24). B. Mesencephalon'da crus cerebri, substantia nigra'nın önünde yer alır (Bkz. Şek. 5-25). C. Tegmentum, substantia nigra'nın arkasında yer alır (Bkz. Şek. 5-25). D. Substantia grisea centralis, aqueductus cerebri'yi çevreler (Bkz. Şek. 5-25). E. Formatio reticularis, mesencephalon boyunca bulunur (Bkz. s. 212 ve 216).
29. B doğru'dur. Mesencephalon'daki colliculus superior görme refleksleri ile ilgilidir (Bkz. s. 212). A. Colliculi, tectum'da yer alır (Bkz. Şek. 5-25). C. Colliculus inferior, nuc. nervi trochlearis düzeyinde bulunur (Bkz. Şek. 5-25). D. Colliculus inferior'lar işitme refleksleri ile ilgilidir. E. Colliculus superior'lar, nuc. ruber'ler düzeyinde bulurlar (Bkz. Şek. 5-25).
30. D doğru'dur. Oculomotor çekirdek'ten çıkan lifler, nuc. ruber içinden geçer (Bkz. Şek. 5-25). A. Nuc. nervi oculomotorii, substantia centralis grisei 'de yer alır (Bkz. Şek. 5-25). B. Oculomotor çekirdeğin parasempatik bölümü Edinger – Westphal çekirdeği olarak adlandırılır. C. Oculomotor çekirdek, aqueductus cerebri'nin önünde yer alır (Bkz. Şek. 5-25). E. Oculomotor çekirdek, fasciculus longitudinalis medialis'e yakın olarak yer alır (Bkz. Şek. 5-25).
31. E doğru'dur. Oluşum, colliculus superior'dur.
32. E doğru'dur. Oluşum, oculomotor çekirdek'tir.
33. E doğru'dur. Oluşum, yapı rubrospinal yolun çaprazıdır.
34. E doğru'dur. Oluşumlar kortikospinal ve kortikonuklear liflerdir.
35. C doğru'dur.
36. E doğru'dur. Oluşum CN V'in mesencephalic çekirdeği (nuc. mesencephalici nervi trigemini)' dir.
37. B doğru'dur /Bkz. s. 217).
38. C doğru'dur. Sağ tarafta hemiparezi, pons'un sol tarafındaki kortikospinal tractus'un hasarı ile oluşur. Kortikospinal tractus, medulla boyunca aşağıya iner ve decussatio pyramidum'da orta hattın karşı tarafına/sağ tarafına geçer. Hastada daha sonra, pons'un alt bölümünün sol tarafını etkileyen bir glioma tespit edildi.
39. H doğru'dur. Dilin 1/3 arka bölümündeki tad duyusu, medulla oblongata'dan orijin alan n. glossopharyngeus tarafından innerve edilir.
40. B doğru'dur. İntrakranial basıncın artması ile ortaya çıkan belirtiler (baş ağrısı, kusma ve bilateral papilla ödemi), sağ CN III'ün tutulumu / etkilenmesi (sağ ptozis, sağ pupillar dilatasyon ve sağ tarafta yukarı doğru oculer deviasyonun zayıflığı), sol alttarafta spasite (sağ kortikospinal traktuslar) ve sağ üst ekstremitede ataksi (sağ tarafta serebellar bağlantılar), ve colliculus superior'ların seviyesinde mesencephalon'un sağ tarafında intrakranial bir tümörün bulunması tanı yapmaya rehberlik eder. Bir MRI, tanıyı doğruladı.

Ek Okumalar

Brazis, P. W., Masdeu, J. C., and Biller, J. *Localization in Clinical Neurology* (2nd ed.). Boston: Little, Brown, 1990.

Brodal, A. *Neurological Anatomy in Relation to Clinical Medicine* (3rd ed.). New York: Oxford University Press, 1981.

Crosby, E. C., Humphrey, T., and Lauer, E. W. *Correlative Anatomy of the Nervous System.* New York: Macmillan, 1962.

Goetz, C. G. *Textbook of Clinical Neurology.* Philadelphia: Saunders, 2003.

Martin, J. H. *Neuroanatomy: Text and Atlas* (2nd ed.). Stamford, CT: Appleton & Lange, 1996.

Patten, J. P. *Neurological Differential Diagnosis.* London: Harold Stark, 1980.

Paxinos, G. *The Human Nervous System.* San Diego: Academic Press, 1990.

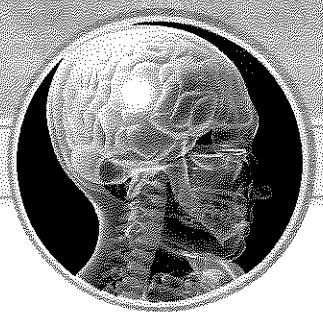
Rowland, L. P. (ed.). *Merritt's Textbook of Neurology* (10th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

Snell, R. S. *Clinical Anatomy by Regions* (8th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008.

Snell, R. S. *Clinical Anatomy by Systems.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2007.

Standring, S. (ed.). *Gray's Anatomy* (39th Br. ed.). London: Elsevier Churchill Livingstone, 2005.

Walton, J. N. *Brain's Diseases of the Nervous System* (9th ed.). New York: Oxford University Press, 1984.



BÖLÜM 6

Çeviri: Dr. Hasan OZAN

CEREBELLUM VE BAĞLANTILARI

Elialtı yaşında bir kadın, yürürken sağa doğru sürüklenme eğilimi ve düzensiz sallantılı düzensiz bir yürüyüş içeren bir takım şikayetlerle, bir nörolog tarafından muayene edildi. Hastanın ailesi, son zamanlarda onun ayakta dururken dengesini sağlamakta zorlandığını ve ayaktayken, ayaklarını birbirinden açarak dengesini korumaya çalıştığını fark etti.

Muayenede, hastanın dirsek ve el bileği eklemlerine pasif olarak fleksiyon ve ekstensiyon yaptırıldığında görüldüğü gibi, sağ üst ekstremite kaslarının tonusunun azalmış olduğu anlaşıldı. Benzer bulgu, sağ alt ekstremitede de vardı. Hastanın kollarını öne doğru gergin olarak uzatması ve bu pozisyonda tutması istendiğinde, sağ tarafta belirgin tremor gösterdi. Sol işaret parmağı ile burnunun ucuna dokunması istendiğinde, hareketi hiç zorlanmadan yaptı, ancak aynı hareketi sağ işaret parmağı ile tekrarladığında, düzensiz olarak kasılan kasların etkisi ile kadın ya burnunu tutturamadı yada burnuna vurdu. Ön kollarına hızlı olarak pronasyon ve supinasyon yaptırması istendiğinde, sol tarafta bu hareketler normalken, sağ tarafta yavaş ve sarsıntılıydı. Her iki gözde hafif derecede papilödem bulundu. Başka hiç bir anormal belirti görülmedi.

Hastanın hikayesiyle birlikte; sağ tarafta hipotoni, statik tremor ve istemli hareketlerle olan kinetik tremor ve sağ tarafta disdiadokokinezi, sağ taraflı serebellar bir hastalığın özellikleriydi. Bilgisayarlı tomografi, sağ serebellar hemisferde bir tümörü gösterdi.

Serebellum'un yapısının ve sinir bağlantılarının bilinmesi ve özellikle sağ serebellar hemisferin, vücudun aynı tarafındaki istemli kas tonusu üzerinde etkili olduğunun bilinmesi, nöroloğa doğru tanı koyma ve tedavinin düzenlenmesinde olanak sağlar.

BÖLÜMÜN HEDEFİ

- Cerebellum'un yapısını ve fonksiyonlarını gözden geçirmek

Cerebellum, istemli hareketlerin ve postürün kontrolünde çok önemli rol oynar. Bilincimiz dışında istemli kasların kontraksiyonları üzerinde etkili olur ve onların antagonistlerinin gevşemesi ile birlikte hareketlerini dikkatle koordine eder. Konunun hatırlanmasında büyük yarar sağlayacak olması nedeniyle, cerebellum'un merkezi sinir sisteminin geri kalan bölümleri ile olan fonksiyonel bağlantılarını hafızasına alması okuyucuya önerilir. Bu bölümde önemli bir vurgu da, her bir serebellar hemisferin vücudun aynı taraf kas harekettlerini kontrol etmesi ve cerebellum'un alt motor nöronlarla direk hiç bir bağlantısı yokken, beyin sapı ve serebral korteks aracılığı ile onlar üzerinde etkili olmasıdır.

Cerebellum'un Makroskopik Görünümü

Cerebellum, fossa cranii posterior'dadır ve üstten tentorium cerebelli ile örtülüdür. Arka beynin (rhombencephalon) en büyük parçasıdır ve dördüncü ventrikül, pons ve medulla oblongata'nın arkasında yer alır (Şek. 6-1). Şekli ovale yakın olup, tam orta bölümünde bir darlık vardır. Cerebellum, orta hatta dar bir parça olan **vermis cerebelli** ile birleştirilen iki tane **hemispherium cerebelli**'den oluşur. Cerebellum, **pedunculus cerebellaris superior, medius** ve **inferior** denilen üç simetrik sinir lifleri demeti ile, beyin sapının arka yüzüne bağlanır (Bkz. Atlas şekil 1-3 ve 5-8).

Cerebellum, üç ana loba ayrılır: **lobus cerebelli anterior, lobus cerebelli posterior (medius)** ve **lobus flocculonodularis**. **Lobus cerebelli anterior**, cerebellum'un üst yüzünden görülebilir ve **fissura prima** denilen "V" şekilli geniş bir yarık ile lobus cerebelli medius'tan ayrılır (Şek. 6-2 ve 6-3). **Lobus cerebelli posterior** (bazen lobus cerebelli medius olarak isimlendirilir), cerebellum'un en büyük parçasıdır ve fissura prima ile **fissura posterolateralis (uvulonodularis) cerebelli** arasında yer alır. **Lobus flocculonodularis**, fissura posterolateralis (uvulonodularis) cerebelli'nin arkasındadır (Şek. 6-3). Cerebellum'un kenarı boyunca bulunan **fissura horizontalis** isimli derin yarık, organın alt yüzünü üst yüzünden ayırır. Fissura horizontalis'in yapısal veya fonksiyonel hiç bir önemi yoktur (Şek. 6-2 ve 6-3).

Cerebellum'un Yapısı

Cerebellum, **cortex cerebelli** denilen bir dış gri cevher örtüsü ile içte yer alan beyaz cevherden meydana gelir. Her bir hemisferin beyaz cevherinde gömülü, **intraserebellar çekirdekleri (nuclei cerebelli)** oluşturan dört tane gri cevher kitlesi vardır.

Cortex Cerebelli'nin Yapısı

Cortex cerebelli, koronal veya transvers düzlemde uzanan plikalardan oluşan, büyük bir kılıf gibi düşünülebilir. Her bir plika veya folium cerebelli, yüzeyel olarak gri cevher tabakası ile örtülü bir beyaz cevher özü içerir (Şek. 6-1).

Median düzleme paralel olarak cerebellum'dan yapılan bir kesit, dik açılarda folium'ları böler. Kesik yüzey, **arbor vitae (yaşam ağacı)** denilen dallı ağaç görünüme sahiptir.

Korteksin gri cevheri tüm uzunluğunca tek tip bir yapıya sahiptir. Üç tabakaya ayrılabilir: (1) **stratum moleculare** (dış tabaka), (2) **stratum Purkinjense** (orta tabaka), (3) **stratum granulosum** (iç tabaka) (Şek. 6-4 ve 6-5).

Stratum Moleculare (Moleküler Tabaka)

Bu tabaka iki tip nöron içerir. Dışta yer alanlar **yıldızsı (stellat) hücreler**, içte yer alanlar **sepet (basket) hücreler**dir (Şek. 6-4). Bu nöronlar, folia'ların uzun eksenine paralel seyreden ince bir çok akson ve dendritik dallanmalar arasında dizilidir. Nöroglial hücreler, bu yapılar arasında bulunur.

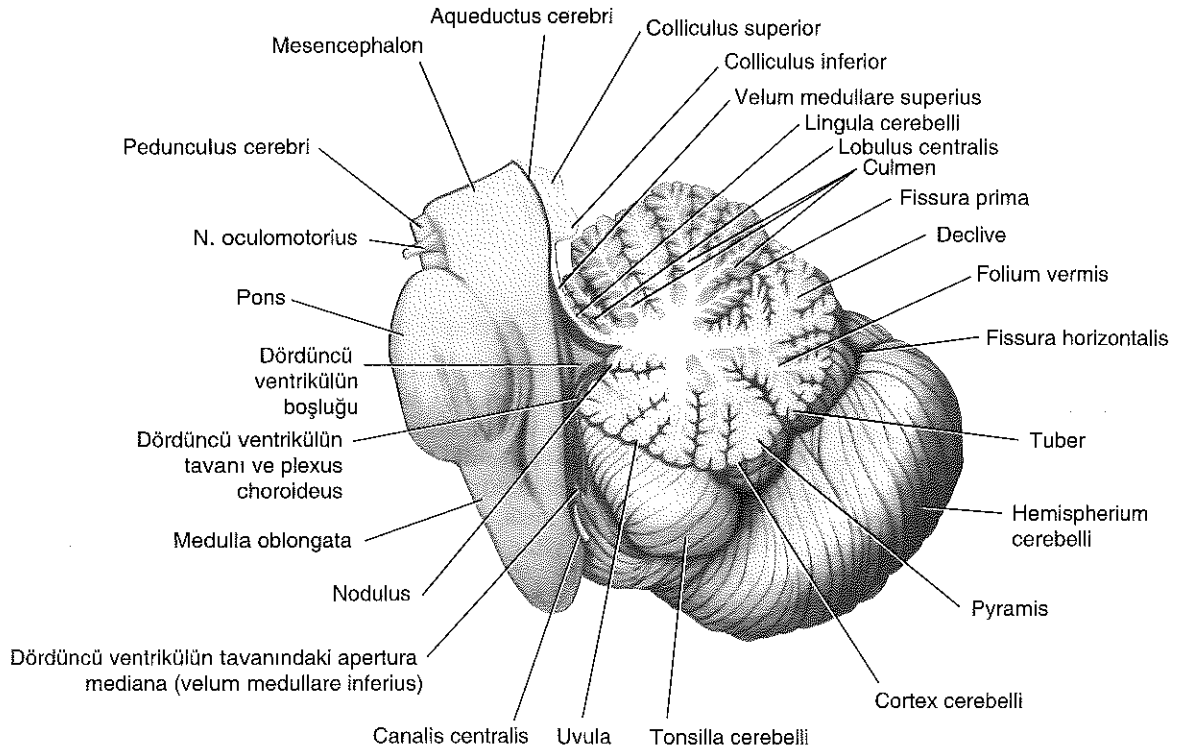
Stratum Purkinjense (Purkinje Hücre Tabakası)

Purkinje hücreleri, büyük Golgi tip I nöronlardır. Matara şeklinde olup, tek bir tabakada düzenlenme gösterirler (Şek. 6-4 ve 6-5). Folium'a transvers düzlemde, bu hücrelerin dendritlerinin moleküler tabakaya geçtiği görülür ve burada bol miktarda dallanmaya uğrarlar (Şek. 6-4 ve 6-5). Primer ve sekonder dallar düzdür, sonraki dallar kısa, kalın **dendritik dikensi çıkıntılar** tarafından örtülür. Dikensi çıkıntılar, granüler hücre aksonlarından gelen paralel liflerle sinaps yapar.

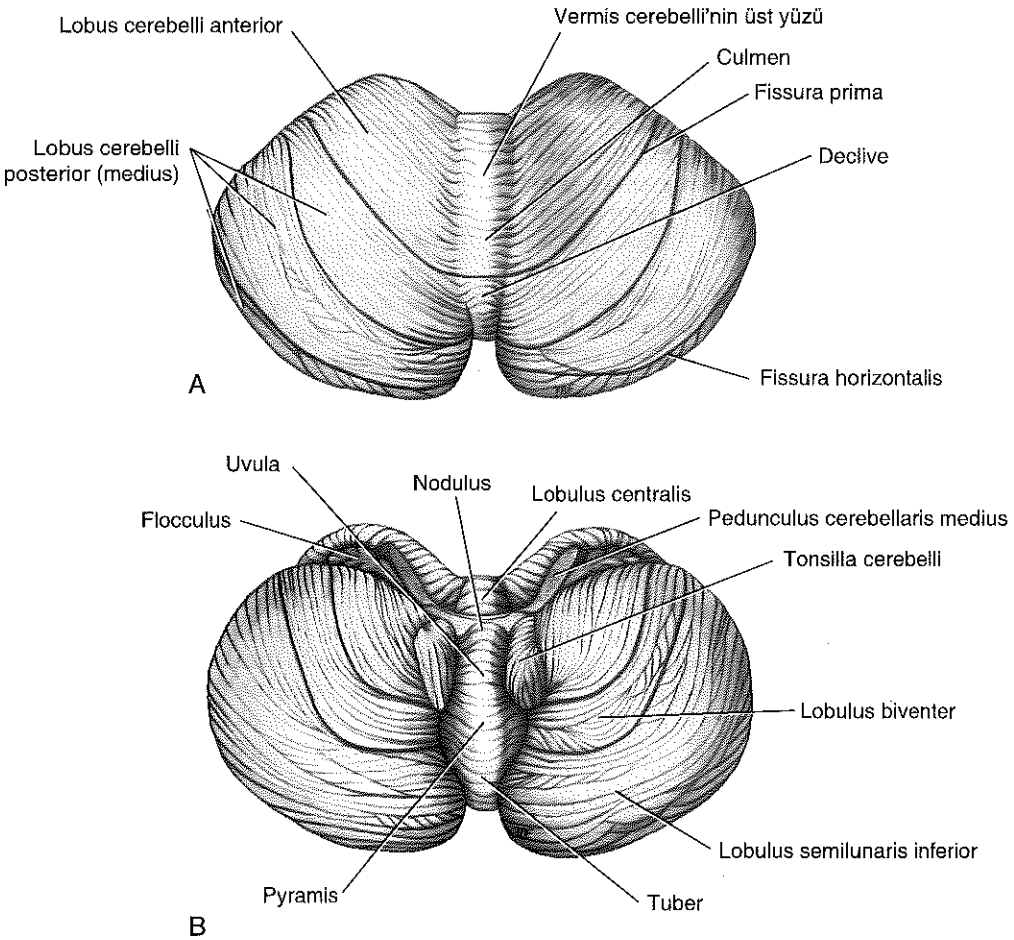
Purkinje hücresinin tabanından çıkan akson, beyaz cevhere girmek için granüler tabakadan geçer. Akson, beyaz cevhere girerken miyelin kılıfla sarılır ve intraserebellar çekirdeklerden birisindeki hücrelerle sinaps yaparak sonlanır. Purkinje aksonunun kollateral dalları, aynı bölgedeki yada uzaktaki bir folia'daki granüler tabakanın basket ve stellat hücrelerinin dendritleri ile sinaps yapar. Purkinje hücresi aksonlarının çok azı, beyin sapındaki vestibuler çekirdeklerde sonlanmak için direk olarak geçer.

Stratum Granulosum (Granüler Tabaka)

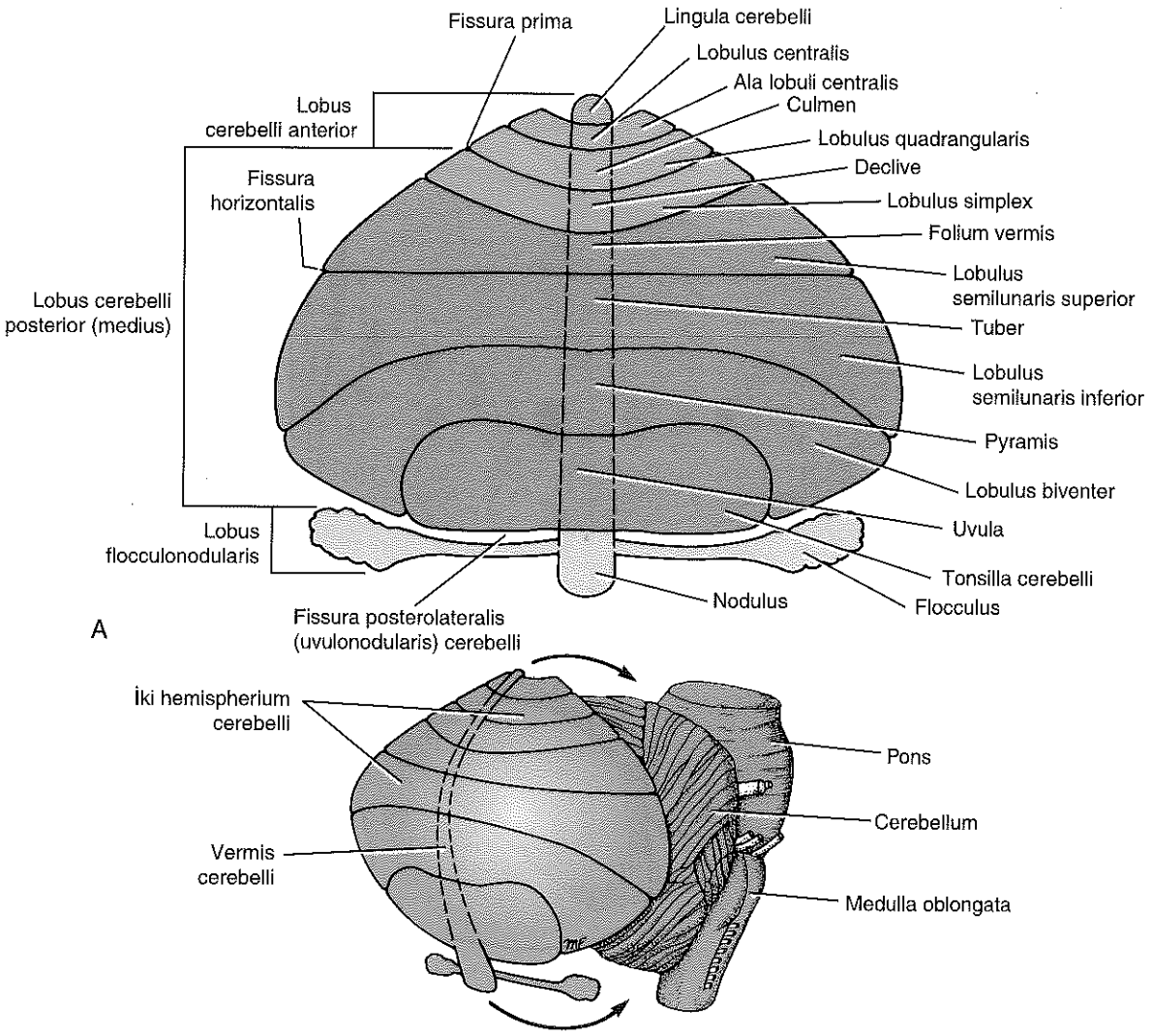
Granüler tabaka, az sitoplazmalı ve koyu lekeli çekirdekleri olan küçük hücrelerle paketlenir (Şek. 6-4 ve 6-5). Her bir hücre, pençe şeklinde sonlanma gösteren dört yada beş tane dendrit verir. ve mossy lifi ile sinaps yapar



Şekil 6-1 Vermis cerebelli ve beyin sapının sagittal kesiti.



Şekil 6-2 Cerebellum. **A:** Üstten görünüş. **B:** Alttan görünüş.



Şekil 6-3 **A:** Ana serebellar lobları, lobçukları ve yarıkları gösteren cortex cerebelli'nin düzleştirilmiş görüntüsü. **B:** Şekil (**A**) ve cerebellum arasındaki ilişki.

(Bkz. sayfa 236). Her bir granül hücre aksonu, moleküler tabakaya geçer ve burada "T" şeklinde bir ayrılma gösterir. Bu dallar, folium cerebelli'nin uzun eksenine paralel seyreder (Şek. 6-4). **Paralel lifler** olarak bilinen bu lifler, Purkinje hücrelerinin dendritik uzantılarına dik açılarda seyreder. Paralel liflerin çoğu, Purkinje hücrelerinin dendritlerinin dikensi çıkıntıları ile sinaps yapar. Nöroglial hücreler, bu tabakada baştan sona bulunur. Golgi hücreleri de tüm granüler tabaka boyunca vardır (Şek. 6-4). Golgi hücrelerinin dendritleri, moleküler tabakada dallanır ve aksonları da granüler hücrelerin dendritleri ile sinaps yapan dallara ayrılarak sonlanır (Şek 6-5).

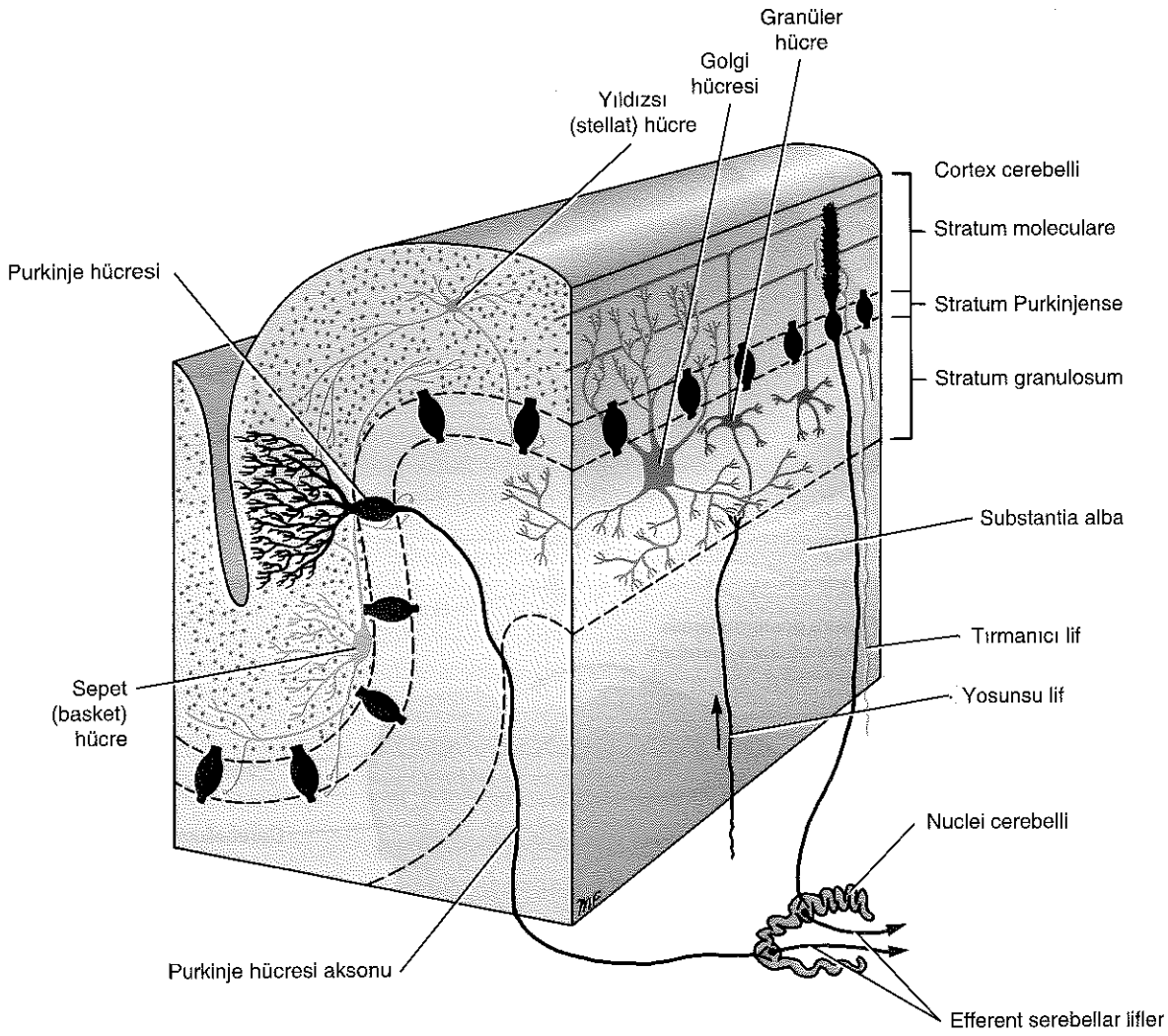
Cortex Cerebelli'nin Fonksiyonel Alanları

Nörolojistler ile nörocerrahların klinik gözlemleri ve pozitron emisyon tomografinin (PET) deneysel kullanımı, cortex cerebelli'nin olası üç fonksiyonel alana ayrıldığını gösterdi.

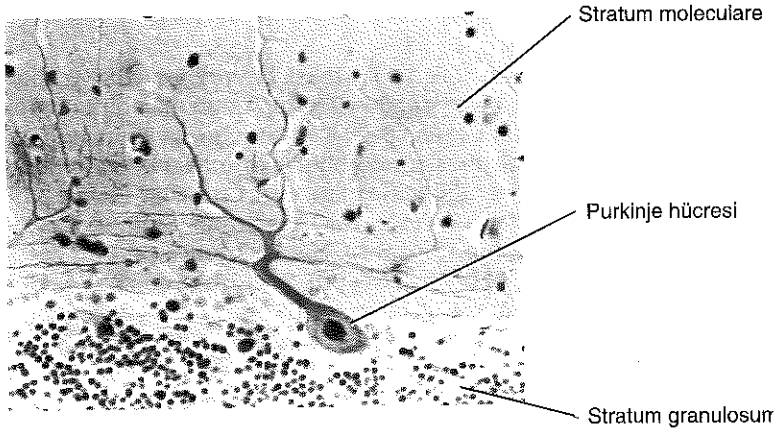
Vermis cerebelli'nin korteksi; boyun, omuzlar, toraks, abdomen ve kalçalar gibi vücudun uzun ekseninin hareketlerini etkiler (Şek. 6-6). Vermis cerebelli'nin hemen laterali, hemispherium cerebelli'nin intermediyet bölgesi olarak isimlendirilir. Bu alan, ekstremitelerin distal parçalarının (özellikle el ve ayak) kaslarının kontrolü ile ilgili olarak görünür (Şek. 6-6). Her bir hemispherium cerebelli'nin lateral bölgesi ise, tüm vücudun sıralı hareketlerinin planlanması ve hareket hatalarının bilinçli değerlendirilmesi ile ilgili olarak görünür.

Nuclei Cerebelli (İntraserebellar Çekirdekler)

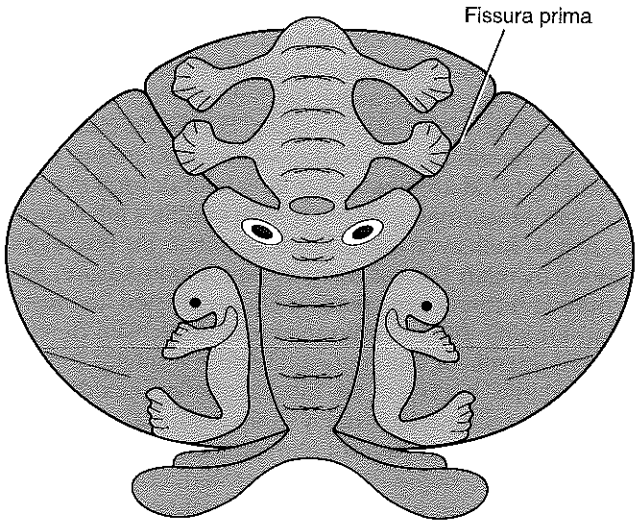
Orta hattın her iki tarafında, cerebellum'un beyaz cevheri içinde gömülü dört tane gri cevher kitlesidir (Şek 6-7). Lateralden mediale doğru bu çekirdekler; **nucleus dentatus, nucleus emboliformis, nucleus globosus** ve **nucleus fastigii**'dir.



Şekil 6-4 Cortex cerebelli'nin hücre organizasyonu. Afferent ve efferent liflere dikkat ediniz.



Şekil 6-5 Cortex cerebelli'nin üç tabakasını gösteren bir folia cerebelli kesitinin fotomikrografisi.



Şekil 6-6 Cortex cerebelli'de somatik duyunun dağılım alanları.

Nucleus dentatus, serebellar çekirdeklerin en büyüğüdür. Mediale bakan bir açıklığı (hilum nuclei dentati) ile buruşuk bir poşete benzer (Bkz. şekil 6-7). Poşetin içi, pedunculus cerebellaris superior'un büyük kısmını oluşturmak için hilum'dan çekirdeği terk eden efferent liflerden ibaret beyaz cevher ile doludur.

Nucleus emboliformis, oval şekillidir ve kısmen hilum'unu örtecek şekilde nucleus dentatus'un medialindedir (Şek 6-7).

Nucleus globosus, nucleus emboliformis'in medialinde bulunan bir yada daha fazla yuvarlak hücre grubundan oluşur (Şek. 6-7).

Nucleus fastigii, vermis cerebelli'de orta hatta yakın yer alır ve dördüncü ventrikülün çatısına yakındır. Nucleus globosus'dan daha büyüktür (Şek. 6-7).

İntraserebellar çekirdekler, basit dallanmış dendritleri olan büyük multipolar nöronlardan meydana gelir. Aksonları, pedunculus cerebellaris superior ve inferior'lardaki serebellar çıkışları oluşturur.

Beyaz Cevher

Vermis cerebelli'de az miktarda beyaz cevher vardır ve bir ağacın dallarına ve gövdesine çok benzer görünümdedir. Bu yüzden **arbor vitae** olarak isimlendirilir (Şek. 6-1). Her bir hemispherium cerebelli'de büyük miktarda beyaz cevher vardır.

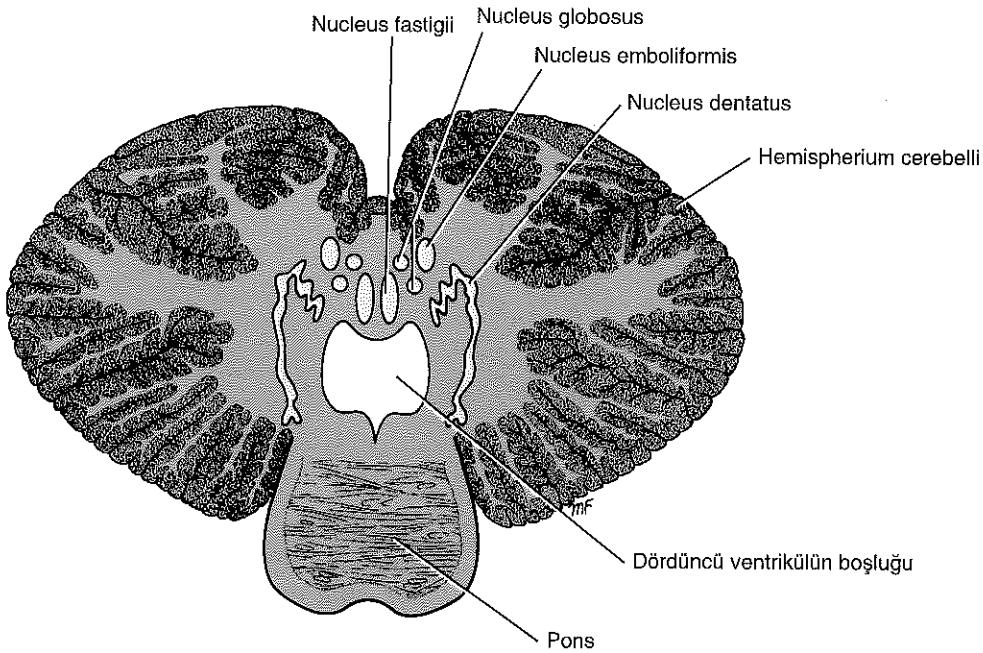
Beyaz cevher, üç grup lifden yapılır : (1) intrinsik, (2) afferent ve (3) efferent.

Intrinsik lifler, cerebellum'u terk etmez, ancak cerebellum'un farklı bölgelerini bağlar. Bazı lifler, aynı tarafta vermis cerebelli ve cortex cerebelli'nin folia'larını birleştirirken, diğerleri iki hemispherium cerebelli'yi birleştirir.

Afferent lifler, beyaz cevherin daha büyük bölümünü yapar ve cortex cerebelli'ye gider. Bu lifler, cerebellum'a başlıca pedunculus cerebellaris medius ve inferior'la girer.

Efferent lifler, cerebellum'un çıkışını yapar ve cortex cerebelli'nin Purkinje hücrelerinin aksonları olarak başlar. Purkinje hücreleri aksonlarının büyük çoğunluğu serebellar çekirdeklerin (fastigii, globosus, emboliformis ve dentatus) nöronlarına gider ve bunlarla sinaps yapar. Nöronların aksonları daha sonra cerebellum'u terk eder. Lobus flocculonodularis ve vermis cerebelli bölümlerindeki çok az sayıdaki Purkinje hücrelerinin aksonları, serebellar çekirdekleri pas geçer ve sinaps yapmadan cerebellum'u terk eder.

Nucleus dentatus, nucleus emboliformis ve nucleus globosus'dan çıkan lifler, cerebellum'u pedunculus cere-



Şekil 6-7 İntraserebellar çekirdeklerin pozisyonu.

bellaris superior'dan, nucleus fastigii'den çıkan lifler ise pedunculus cerebellaris inferior'dan terk eder.

Serebellar Kortikal Mekanizmalar

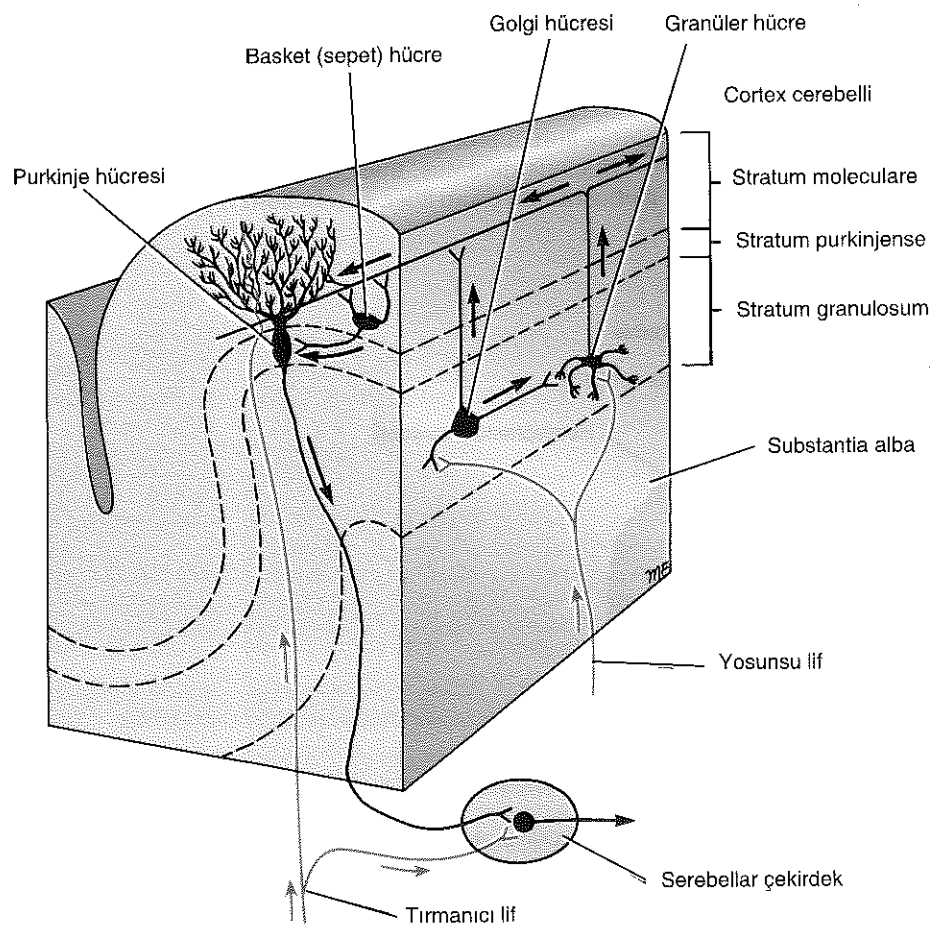
Geniş fizyolojik ve sitolojik araştırmaların bir sonucu olarak, bazı temel mekanizmalar, serebellar kortekse bağlandı. Tırmanıcı (climbing) ve Yosunsu (mossy) lifler, kortekse girişin iki ana yolunu yapar ve Purkinje hücreleri için **eksitatör**dür (Şek. 6-8).

Tırmanıcı (climbing) lifler, tractus olivocerebellaris'in terminal lifleridir (Şek. 6-8). Bir ağaç üzerindeki asma gibi korteksin tabakalarında yükseldiği için, bu şekilde isimlendirilir. Onlar, korteksin granüler tabakasından geçer ve tekrarlayan dallanmalarla moleküler tabakada sonlanır. Her bir tırmanıcı lif, tek bir Purkinje hücresinin dendritleri ile çok sayıda sinaps yapar. Bir **tane** Purkinje nöronu, sadece bir tane tırmanıcı lifle sinaps yapar. Bununla birlikte bir tırmanıcı lif, 1-10 arasında Purkinje nöronu ile sinaps yapar. Her tırmanıcı lifden az sayıda yan dal ayrılır ve bu dallar yıldızsı (stellat) ve sepet (basket) hücrelerle sinaps yapar.

Yosunsu (mossy) lifler, diğer tüm serebellar afferent yolların terminal lifleridir. Bir çok dalları vardır ve çok daha fazla yaygın eksitatör etki oluşturur. Bir tek yosunsu lif, granüler hücreler aracılığı ile binlerce Purkinje hücresini uyarabilir (Şek 6-8). O halde, cortex cerebelli'deki diğer hücrelerin (stellat, basket ve Golgi hücreleri) fonksiyonu nedir? Mikroelektrodlar kullanılarak yapılan nörofizyolojik araştırmalar, bu hücrelerin inhibitör internöronlar olarak fonksiyon yaptıklarını gösterdi. Bu hücrelerin sadece uyarılan korteks alanı ile sınırlı kalmadığını, aynı zamanda tırmanıcı ve yosunsu liflerin girişleri ile oluşturulan Purkinje hücrelerinin uyarılma derecesini de etkilediğine inanılıyor. Buna göre düzensiz inhibitör impulslar, Purkinje hücreleri ile intraserebellar çekirdeklere geçirilir. Bu çekirdekler, daha sonra beyin sapı ve serebral korteksin motor kontrol alanlarından kas aktivitesini değiştirir. Bu nedenle Purkinje hücreleri, cortex cerebelli'nin **fonksiyonel ünitinin** merkezini oluşturur.

İntraserebellar Çekirdek Mekanizmaları

Derin serebellar çekirdekler, afferentlerini iki kaynaktan alır. 1) korteksteki Purkinje hücrelerinden inhibitör aksonlar, 2) kortekse geçen afferent tırmanıcı ve yosunsu liflerin dalları olan eksitatör aksonlar. Bu durumda



Şekil 6-8 Cortex cerebelli'nin fonksiyonel organizasyonu. *Oklar*, sinir uyarılarının alındığı yönleri göstermektedir.

cerebellum'a verilen bir duyu, serebellar çekirdeklere eksitatör bilgi gönderir. Kısa bir süre sonra serebellar çekirdekler, Purkinje hücrelerinden kortikal inhibitör bilgi alır. Derin serebellar çekirdeklerden çıkan efferent bilgi, medulla spinalis ve beynin geri kalan bölümlerinde dağılmak üzere cerebellum'u terk eder.

Serebellar Kortikal Nörotransmitterler

Farmakolojik çalışmalar, eksitatör olan tırmanıcı ve yosunsu afferent liflerin, Purkinje hücrelerinin dendritleri üzerinde etkili eksitatör nörotransmitter olarak **glutamat** (gamma amino butirik asit; GABA) kullandığını gösterdi. Sonraki araştırmalar, kortekse giren diğer afferent liflerin uçlarından, olasılıkla Purkinje hücreleri üzerinde glutamat etkisini değiştiren **norepinefrin** ve **serotonin** salındığını gösterdi.

Serebellar Pedünküller (Pedunculi cerebelli)

Cerebellum, afferent ve efferent liflerin biraraya gelerek oluşturdukları her iki taraftaki üç büyük bandıl (pedunculus) aracılığı ile merkezi sinir sisteminin diğer parçalarına bağlanır (Şek 6-9). Pedunculus cerebellaris superior'lar cerebellum'u mesencephalon'a; pedunculus cerebellaris medius'lar pons'a ve pedunculus cerebellaris inferior'larda medulla oblongata'ya bağlar.

Serebellar Afferent Lifler

Serebral Korteksten Gelen Serebellar Afferent Lifler

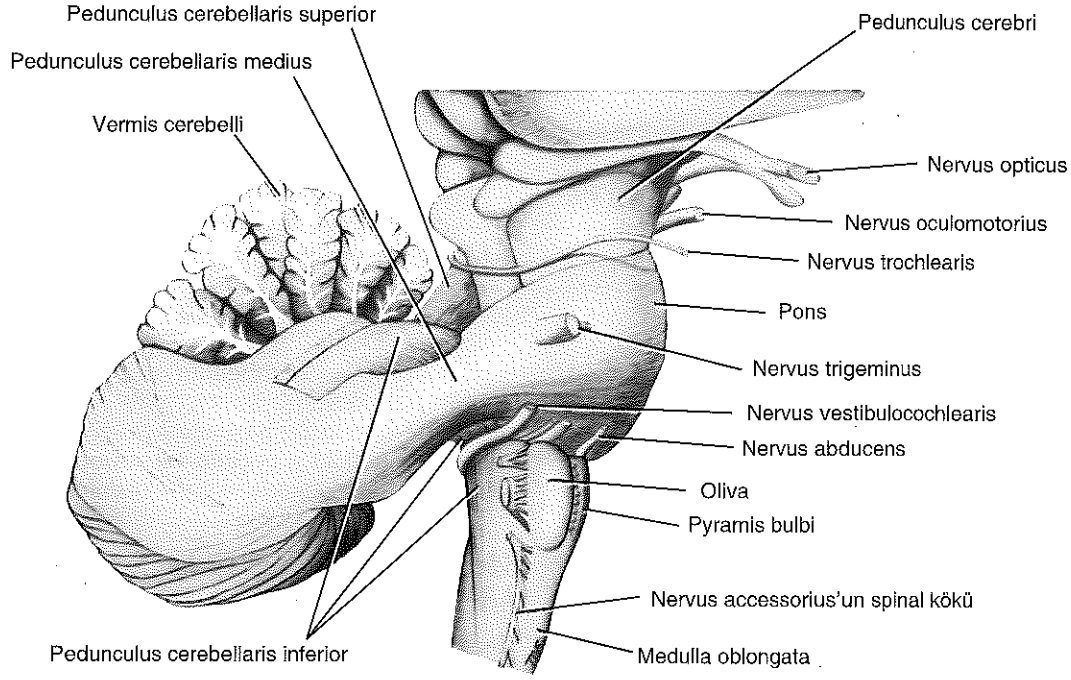
Cortex cerebri, üç yolla cerebellum'a bilgi gönderir: (1) tractus corticopontocerebellaris yol, (2) tractus cerebro-olivocerebellaris ve (3) tractus cerebroreticulocerebellaris.

Tractus Corticopontocerebellaris

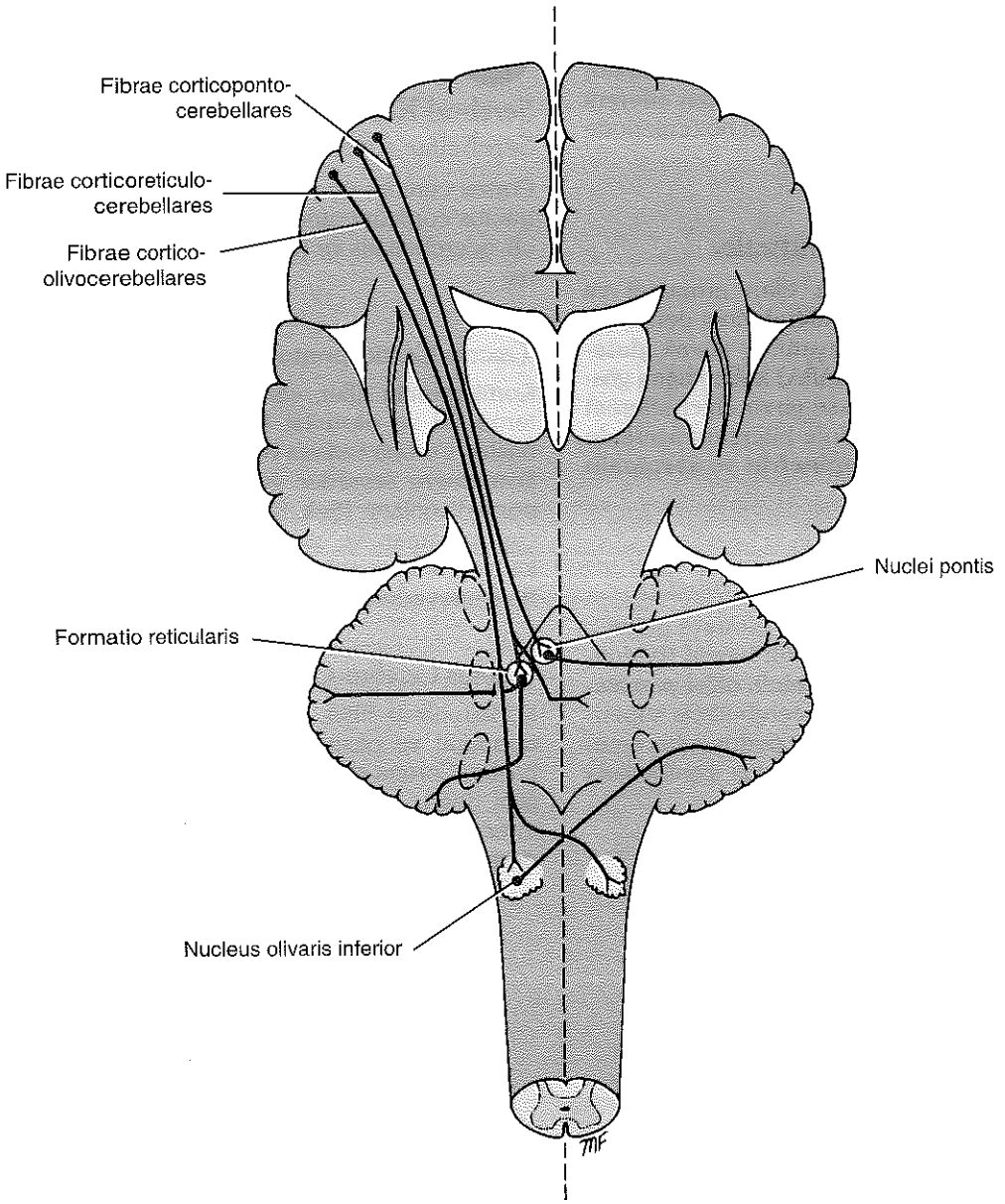
Kortikopontin lifler, cortex cerebri'nin frontal, parietal, temporal ve oksipital loblarındaki sinir hücrelerinden başlar. Corona radiata ve capsula interna'dan geçip aşağıya doğru seyreder ve pons çekirdeklerinde (nuclei pontis) sonlanır (Şek. 6-10). Pons çekirdekleri, orta hatta çapraz yapan ve pedunculus cerebellaris medius ile karşı taraf hemispherium cerebelli'ye giden **fibrae pontis transversae**'yi verir (Şek. 5-13 ve 5-15).

Tractus Cerebro-Olivocerebellaris

Kortiko-olivar lifler, cortex cerebri'nin frontal, parietal, temporal ve oksipital loblarındaki sinir hücrelerinden başlar. Corona radiata ve capsula interna'dan geçip aşağıya doğru seyreder ve bilateral olarak nuclei olivares inferiores'lerde sonlanır (Şek. 6-10). Nuclei olivares inferiores'lerden çıkan lifler, orta hatta çapraz yapar ve



Şekil 6-9 Cerebellum'u santral sinir sisteminin geri kalanına birleştiren üç serebellar pedünkül.



Şekil 6-10 Cortex cerebri'den gelen serebellar afferent lifler. Serebellar pedünküller, oval şekilli *kesik çizgilerle* gösterilmiştir.

pedunculus cerebellaris inferior'dan geçerek karşı taraf hemispherium cerebelli'ye girer. Bu lifler, cortex cerebelli'de tırmanıcı (climbing) lifler olarak sonlanır.

Tractus Cerebroreticulocerebellaris

Kortikoretiküler lifler, cortex cerebri'nin başta sensörimotor alanlar olmak üzere bir çok alanlarındaki sinir hücrelerinden başlar. Lifler, pons ve medulla oblongata'daki aynı taraf ve karşı taraf formatio reticularis'te sonlanmak için aşağıya doğru seyreder (Şek. 6-10). Formatio reticularis'teki hücreler, aynı taraf pedunculus cerebellaris medius ve inferior'dan geçerek hemispherium cerebelli'ye giren retiküloserebellar lifleri verir.

Cerebrum ile cerebellum arasındaki bu bağlantı, istemli hareketlerin kontrolünde önemlidir. Cortex cerebri'de hareketin başlatılması ile ilgili bilgi, muhtemelen cerebellum'a geçirilir ve böylece hareket izlenebilir ve kas aktivitesinde uygun düzenlemeler yapılabilir.

Medulla Spinalis'ten Gelen Serebellar Afferent Lifler

Medulla spinalis, üç yolla somatosensöryel reseptörlerden cerebellum'a bilgi gönderir: (1) tractus spinocerebellaris anterior, (2) tractus spinocerebellaris posterior ve (3) tractus cuneocerebellaris.

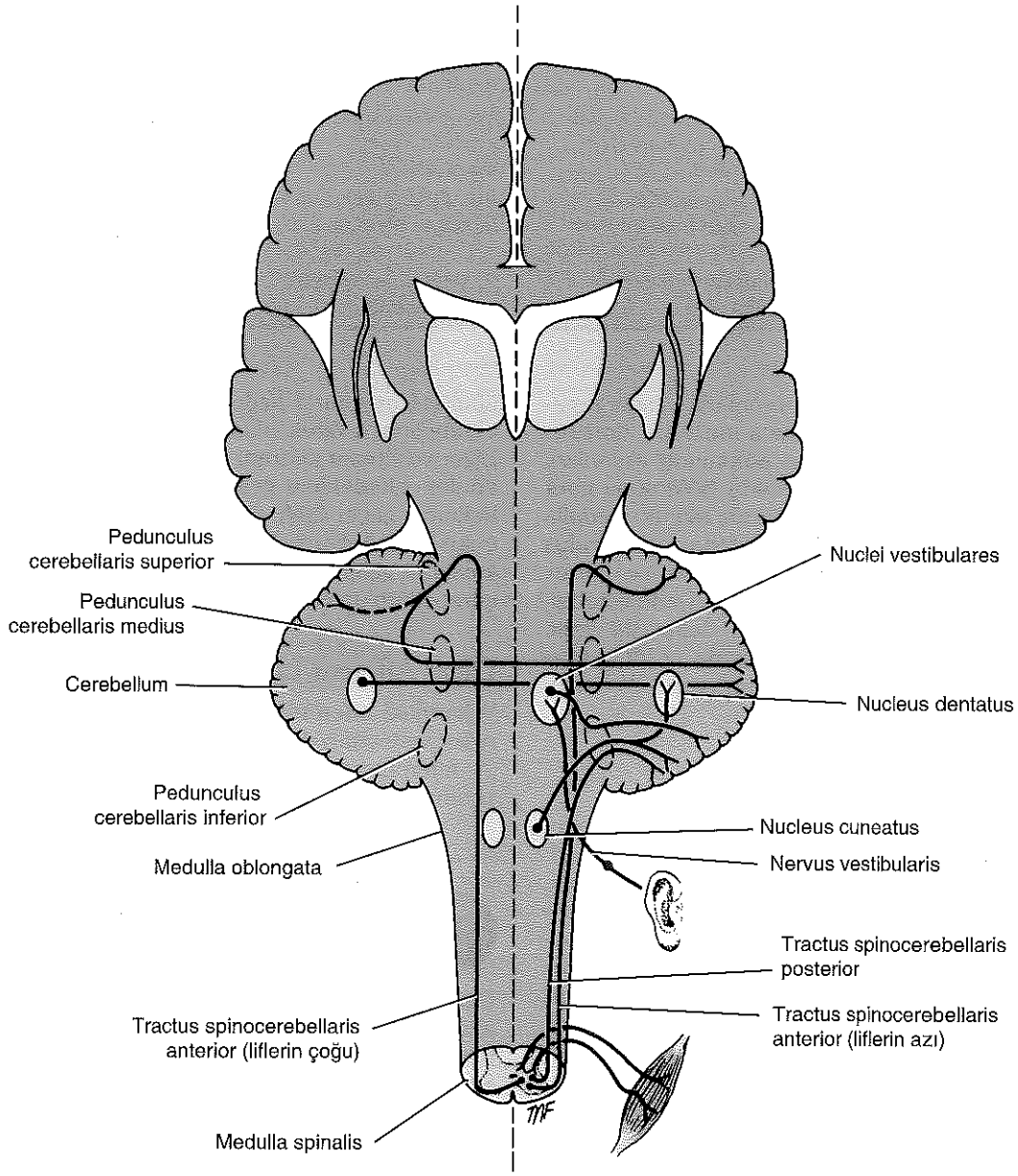
Tractus Spinocerebellaris Anterior

Ganglion spinale'den (arka kök ganglionu) medulla spinalis'e giren aksonlar, cornu posterius'un tabanındaki **nucleus dorsalis**'teki (Clarke sütunu) nöronlarla sinaps yaparak sonlanır. Bu çekirdekteki nöronların aksonlarının büyük bölümü çapraz yapıp karşı taraf funiculus lateralis'te **tractus spinocerebellaris anterior** adı ile yükselir, çapraz yapmayan az sayıdaki akson aynı taraf funiculus lateralis'te aynı isimle yükselir (Şek. 6-11). Lifler, pedunculus cerebellaris superior'dan cerebellum'a girer ve yosunsu (mossy) lifler olarak cortex cerebelli'de sonlanır. Derin serebellar çekirdeklerde sonlanan kollateral dallar da verir. Medulla spinalis'te çapraz yapıp karşı tarafa geçen bu liflerin, cerebellum içinde de çapraz yaptığına inanılmaktadır.

Tractus spinocerebellaris anterior, medulla spinalis'in tüm segmentlerinde bulunur. Bu yol; üst ve alt ekstremitelerin kas iğcikleri, tendon organları ve eklem reseptörlerinden kas-eklem bilgisini taşır. Aynı zamanda cerebellum'un bu yol aracılığı ile deri ve yüzeyel fasyadan da bilgi aldığına inanılıyor.

Tractus Spinocerebellaris Posterior

Ganglion spinale'den (arka kök ganglionu) medulla spinalis'e giren aksonlar, cornu posterius'a gelir ve cornu



Şekil 6-11 İç kulak ve medulla spinalis'ten gelen serebellar afferent lifler. Serebellar pedünküller, oval şekilli *kesik çizgilerle* gösterilmiştir.

Tablo 6-1 Serebellar Afferent Yollar

Yol	Fonksiyon	Başlangıç	Seyir
Tr.corticoponto-cerebellaris	Cortex cerebri'den kontrolü iletir	Frontal, pariyetal, temporal ve oksipital loblar	Pons çekirdekleri ve yosunsu lifler aracılığı ile cortex cerebelli'ye
Tr.cerebro-olivo-cerebellaris	Cortex cerebri'den kontrolü iletir	Frontal, pariyetal, temporal ve oksipital loblar	Nuclei olivares inferiores ve tırmanıcı lifler aracılığı ile cortex cerebelli'ye
Tr.cerebroreticulo-cerebellaris	Cortex cerebri'den kontrolü iletir	Sensörimotor alanlar	Retiküler formasyon aracılığı ile
Tr.spinocerebellaris anterior	Kaslardan ve eklemlerden bilgi iletir	Kas iğcikleri, tendon organları, eklem reseptörleri	Yosunsu lifler aracılığı ile cortex cerebelli'ye
Tr.spinocerebellaris posterior	Kaslardan ve eklemlerden bilgi iletir	Kas iğcikleri, tendon organları, eklem reseptörleri	Yosunsu lifler aracılığı ile cortex cerebelli'ye
Tr.cuneocerebellaris	Üst ekstremite kasları ve eklemlerinden bilgi iletir	Kas iğcikleri, tendon organları, eklem reseptörleri	Yosunsu lifler aracılığı ile cortex cerebelli'ye
N. vestibularis	Başın pozisyon ve hareket bilgisini iletir	Utriculus, sacculus ve ductus semicirculares	Yosunsu lifler aracılığı ile lobus flocculonodularis'in korteksine
Diğer afferentler	Mesencephalondan bilgi iletir	Nucleus ruber, tectum mesencephali	Cortex cerebelli

posterius'un tabanında bulunan nöronlarla sinaps yaparak sonlanır. Bu nöronlar, topluca nucleus dorsalis (Clarke sütunu) olarak bilinir. Bu nöronların aksonları, aynı taraf funiculus lateralis'in arka-dış bölümüne girer ve **tractus spinocerebellaris posterior** olarak medulla oblongata'ya yükselir (Şek. 6-11). Burada, pedunculus cerebellaris inferior'dan cerebellum'a girer ve cortex cerebelli'de yosunsu lifler olarak sonlanır. Derin serebellar çekirdeklerde sonlanan kollateral dallar da verir. Tractus spinocerebellaris posterior; gövde ve alt ekstremitelerin kas iğcikleri, tendon organları ve eklem reseptörlerinden kas-eklem bilgisi taşır.

Tractus Cuneocerebellaris

Medulla oblongata'daki nucleus cuneatus'tan (accessorius) başlayan bu lifler, pedunculus cerebellaris inferior'dan aynı taraf hemispherium cerebelli'ye girer (Şek. 6-10). Lifler, yosunsu lifler olarak cortex cerebelli'de sonlanır. Ayrıca derin serebellar çekirdeklerde sonlanan kollateral dallar da verir. Tractus cuneocerebellaris; kas iğcikleri, tendon organları ve toraksın üst parçası ile üst ekstremitelerin eklem reseptörlerinden kas-eklem bilgisini alır.

Vestibuler Sinirden Gelen Serebellar Afferent Lifler

Nervus vestibularis, iç kulaktaki utriculus ile sacculus'tan yer çekimi ile ilgili pozisyon duyusunu, ductus semicircularis'lerden de hareket ile ilgili bilgileri alır. Nervus vestibularis, aynı taraf pedunculus cerebellaris inferior'dan cerebellum'a direk olarak bir çok afferent lif gönderir. Diğer vestibuler afferent lifler, önce beyin sapındaki vestibuler çekirdeklere gelip sinaps yapar ve buradan cerebellum'a geçer (Şek. 6-11). Bu lifler de aynı taraf pedunculus cerebellaris inferior'dan cerebellum'a girer. İç kulaktan gelen tüm afferent lifler, yosunsu lifler olarak cerebellum'un lobus flocculonodularis'inde sonlanır.

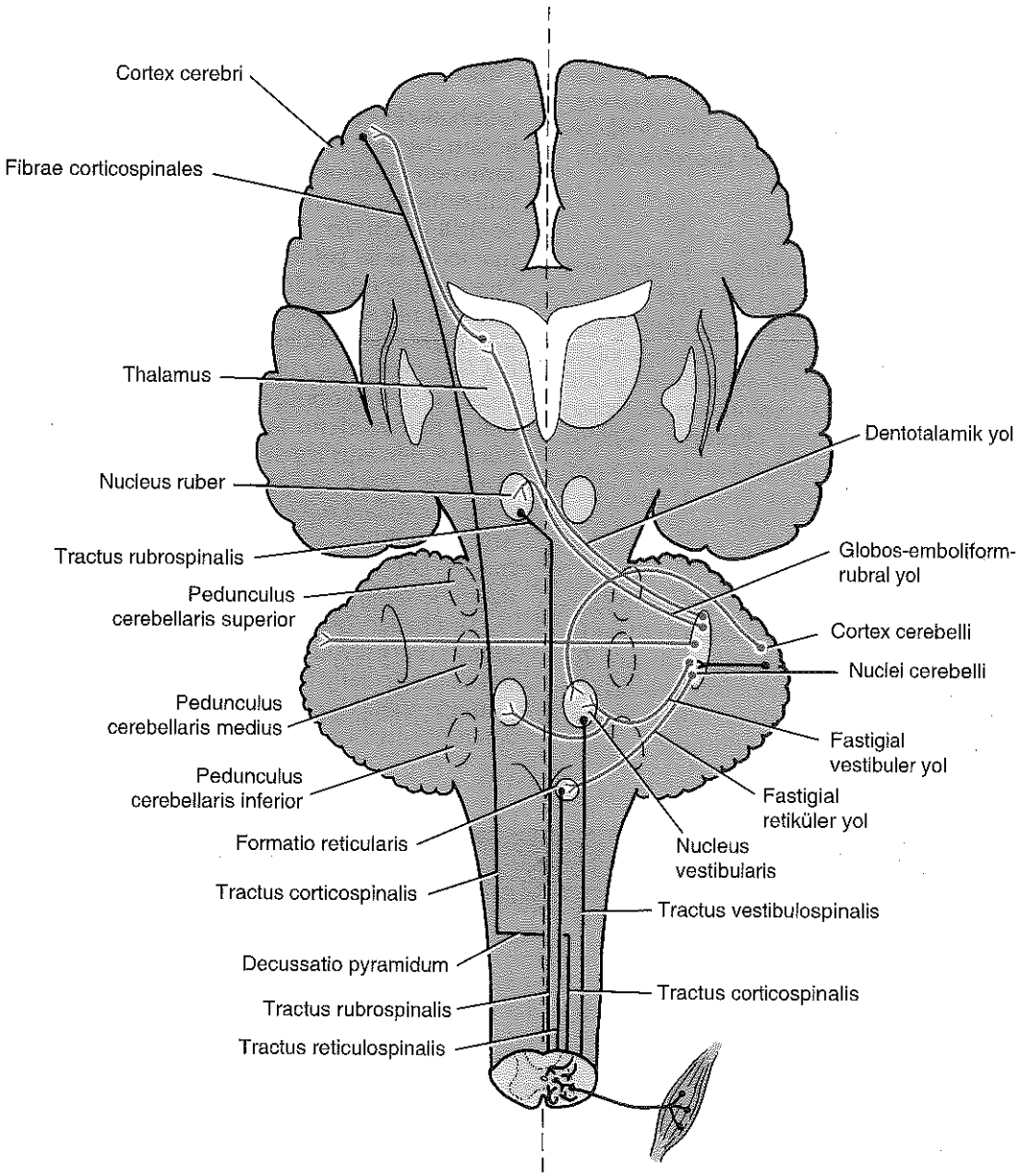
Diğer Afferent Lifler

Yukarıdaki afferentlere ek olarak cerebellum, nucleus ruber ve tectum'dan küçük afferent lif demetleri alır.

Afferent serebellar yollar, Tablo 6-1'de özet olarak verilmiştir.

Serebellar Efferent Lifler

Cortex cerebelli'nin tüm çıkışı, Purkinje hücrelerinin aksonları aracılığıyla olur. Purkinje hücrelerinin aksonlarının çoğu, derin serebellar çekirdeklerdeki nöronlarla sinaps yaparak sonlanır (Şek. 6-4). Serebellar çekirdekleri nöronların aksonları, cerebellum'dan efferent çıkışı oluşturur. Bir kaç Purkinje hücresi aksonu, cerebellum'dan direk olarak nucleus vestibularis lateralis'e gider. Cerebellum'dan çıkan efferent lifler; nucleus ruber, thalamus, vestibuler kompleks ve retiküler formasyonla irtibatlanır.



Şekil 6-12 Serebellar efferent lifler. Serebellar pedünküller, oval şekilli *kesik çizgilerle* gösterilmiştir.

Globos-Emboliform-Rubral Yol

Nucleus globosus ve nucleus emboliformis'teki nöronların aksonları, pedunculus cerebellaris superior'dan geçer ve **decussatio pedunculorum cerebellarium superiorum**'da karşı tarafa geçmek için orta hatta çapraz yapar (Şek. 6-12). Lifler, **tractus rubrospinalis**'in aksonlarını veren karşı taraf nucleus ruber'deki hücrelerle sinaps yaparak sonlanır (Şek. 6-12). Bu nedenle bu yolda iki tane çapraz görülür, birisi decussatio pedunculorum cerebellarium superiorum, diğeri başlangıcına yakın olarak tractus rubrospinalis'tedir. Bunun anlamı; nucleus globosus ve nucleus emboliformis, vücudun aynı taraf motor aktivitesi üzerinde etkilidir.

Dentotalamik Yol

Nucleus dentatus'taki nöronların aksonları, pedunculus cerebellaris superior'dan geçer ve **decussatio pedunculorum cerebellarium superiorum**'da karşı tarafa geçmek için orta hatta çapraz yapar (6-12). Lifler, karşı taraf **nucleus ventrolateralis thalami**'deki hücrelerle sinaps yaparak sonlanır. Bu çekirdekteki nöronların aksonları, capsula interna ve corona radiata'dan yukarı doğru yükselir ve cortex cerebri'deki primer motor alanda sonlanır. Bu yol aracılığı ile nucleus dentatus, karşı taraf cortex cerebri'deki motor nöronlar üzerinde etkili olarak, motor aktiviteyi etkileyebilir: motor korteksten çıkan uyarılar,

tractus corticospinalis ile spinal segmental seviyelere taşınır. Hatırlanacak olursa, tractus corticospinalis'in liflerinin büyük bölümü, karşı tarafa geçmek için decussatio pyramidum'da çapraz yapar ve daha sonra spinal segmental seviyelere ulaşır. Bu şekilde, nucleus dentatus vücudun aynı tarafındaki kas aktivitesini koordine eder.

Fastigial Vestibuler Yol

Nucleus fastigii'deki nöronların aksonları, pedunculus cerebellaris inferior'dan geçer ve her iki taraf nucleus vestibularis lateralis'deki nöronlarda sonlanır (Şek. 6-12). Hatırlanacağı gibi, bazı Purkinje hücrelerinin aksonları, direk olarak nucleus vestibularis lateralis'e gider. Nucleus vestibularis lateralis'teki nöronların aksonları tractus vestibulospinalis'i (lateralis) oluşturur. Nucleus fastigii, başlıca ipsilateral ekstensor kas tonusu üzerinde fasilitatör (kolaylaştırıcı) etki yapar.

Fastigial Retiküler Yol

Nucleus fastigii'deki nöronların aksonları, pedunculus cerebellaris inferior'dan geçer ve retiküler formasyondaki nöronlarla sinaps yaparak sonlanır (Şek. 6-12). Bu nöronların aksonları, tractus reticulospinalis aracılığı ile spinal segmental motor aktiviteyi etkiler. Efferent serebellar yollar, Tablo 6-2'de özet olarak verilmiştir.

Cerebellum'un Fonksiyonları

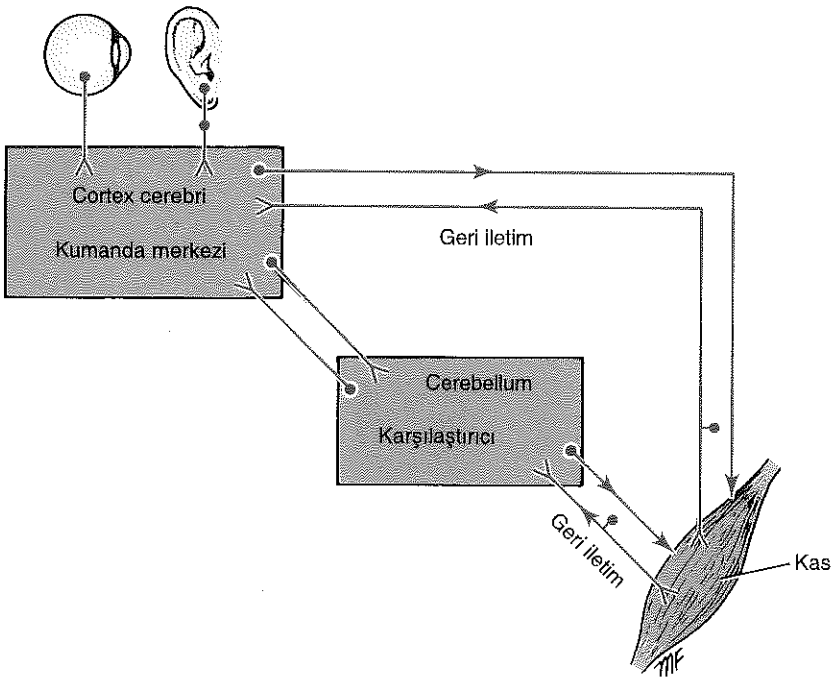
Cerebellum; cortex cerebri, kaslar, tendonlar ve eklemlerden istemli hareketle ilgili afferent bilgi alır. Aynı zamanda vestibuler sinirden denge ile ilgili bilgileri ve muhtemelen tractus tectocerebellaris aracılığı ile görme ile ilgili bilgiyi alır. Tüm bu bilgiler, yosunsu lifler ve tırmanıcı lifler ile serebellar kortikal devre içine getirilir ve Purkinje hücrelerinde bir araya gelir (Şek. 6-8). Purkinje hücrelerinin aksonları, az bir kısmı hariç, derin serebellar çekirdeklere gider. Vermis cerebelli'nin efferentleri nucleus fastigii'ye, cortex cerebelli'nin intermediyet bölgeleri nucleus globosus ve nucleus emboliformis'e, serebellar hemisferlerin lateral bölgelerinin efferentleri de nucleus dentatus'a gelir. Bir kaç tane Purkinje hücresinin aksonları, direk olarak cerebellum'dan dışarı çıkar ve beyin sapındaki nucleus vestibularis lateralis'te sonlanır. Artık, genel olarak Purkinje aksonlarının, nucleus vestibularis lateralis ve serebellar çekirdeklerdeki nöronlar üzerinde inhibitör etki yaptığına inanılıyor.

Serebellar bilgi, segmental spinal seviyede motor aktiviteyi etkileyen inen (efferent) yolların başlangıç yerlerine iletilir. Bu yüzden cerebellum, alt motor nöronlarla direk olarak hiç bir nöronal bağlantıya sahip değildir. Ancak, cortex cerebri ve beyin sapı aracılığı ile indirek

Tablo 6-2 Serebellar Efferent Yollar[a]

Yol	Fonksiyon	Başlangıç	Seyir
Globos-emboliform-rubral yol	İpsilateral motor aktiviteyi etkiler	Nuc.globosus ve nuc.emboliformis	Kontralateral nuc. ruber'e, sonra çapraz yapan tr. rubrospinalis ile medulla spinalis'teki ipsilateral motor nöronlara
Dentotalamik yol	İpsilateral motor aktiviteyi etkiler	Nuc.dentatus	Thalamus'un kontralateral nuc. ventrolateralis'ine, sonra kontralateral motor serebral kortekse; tr. corticospinalis orta hatta çapraz yapar ve medulla spinalis'teki ipsilateral motor nöronları kontrol eder
Fastigial vestibuler yol	İpsilateral ekstensor kas tonusunu etkiler	Nuc.fastigii	Başlıca ipsilateral ve kontralateral nuc. vestibularis lateralis'te; tr. vestibulospinalis ile medulla spinalis'teki ipsilateral motor nöronlara
Fastigial retiküler yol	İpsilateral kas tonusunu etkiler	Nuc.fastigii	Retiküler formasyon nöronlarına; tr. reticulospinalis ile medulla spinalis'teki ipsilateral motor nöronlara

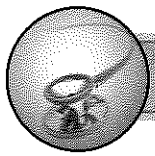
[a]Hemispherium cerebelli'lerin herbirinin, vücudun aynı tarafındaki istemli kas tonusunu etkilediğine dikkat ediniz..



Şekil 6-13 Serebellum bir karşılaştırıcı olarak hizmet eder.

olarak onlar üzerinde etkili olur.

Fizyologlar, cerebellum'un fonksiyonlarını, kas hareketi yerinden alınan proprioseptif bilgi ile cortex cerebri'nin motor alanından kaynaklanan çıkışları devamlı olarak karşılaştırarak, doğru hareketlerin koordinatörü olarak kabül etti; o halde cerebellum, alt motor nöronların aktivitesini etkileyerek, gerekli düzenlemeleri yapabilme yeteneğindedir (Şek. 6-13). Bu, alfa ve gamma motor nöronların ardışık olarak ateşlenmesi ve zamanlamanın kontrolü ile başarılır. Cerebellum'un antagonist kasları stimüle, agonist kasları inhibe etmek için motor serebral kortekse geri bilgi gönderebildiğine de inanılıyor. Böylece istemli hareketin derecesi sınırlanır.



KLİNİK BİLGİLER

Genel Düşünceler

Her bir hemispherium cerebelli esas olarak, sinir yolları aracılığı ile vücudun aynı tarafı ile bağlantılıdır ve bu nedenle **bir serebellar hemisferdeki lezyon, vücudun aynı tarafıyla sınırlı olan işaret ve belirtiler verir.** Cerebellum'un ana bağlantıları şekil 6-14'te özet olarak verilmiştir.

Cerebellum'un ana fonksiyonu, tüm refleks ve istemli kas aktivitesini sinerjist aktiviteyle koordine etmektir. Bu yüzden cerebellum, normal vücut postürünü devam ettirir, kas tonusunu düzenler ve ayarlar. Yürüme sırasında olduğu gibi, istemli hareketlerin ekonomik güçle ve düzgün olarak yapılmasına izin verir. Cerebellum'un iskelet kası aktivitesinde önemli rol oynamasına rağmen, kas hareketinin başlatılmasında etkili olmadığı bilinmelidir.

Serebellar hastalığın işaret ve belirtileri

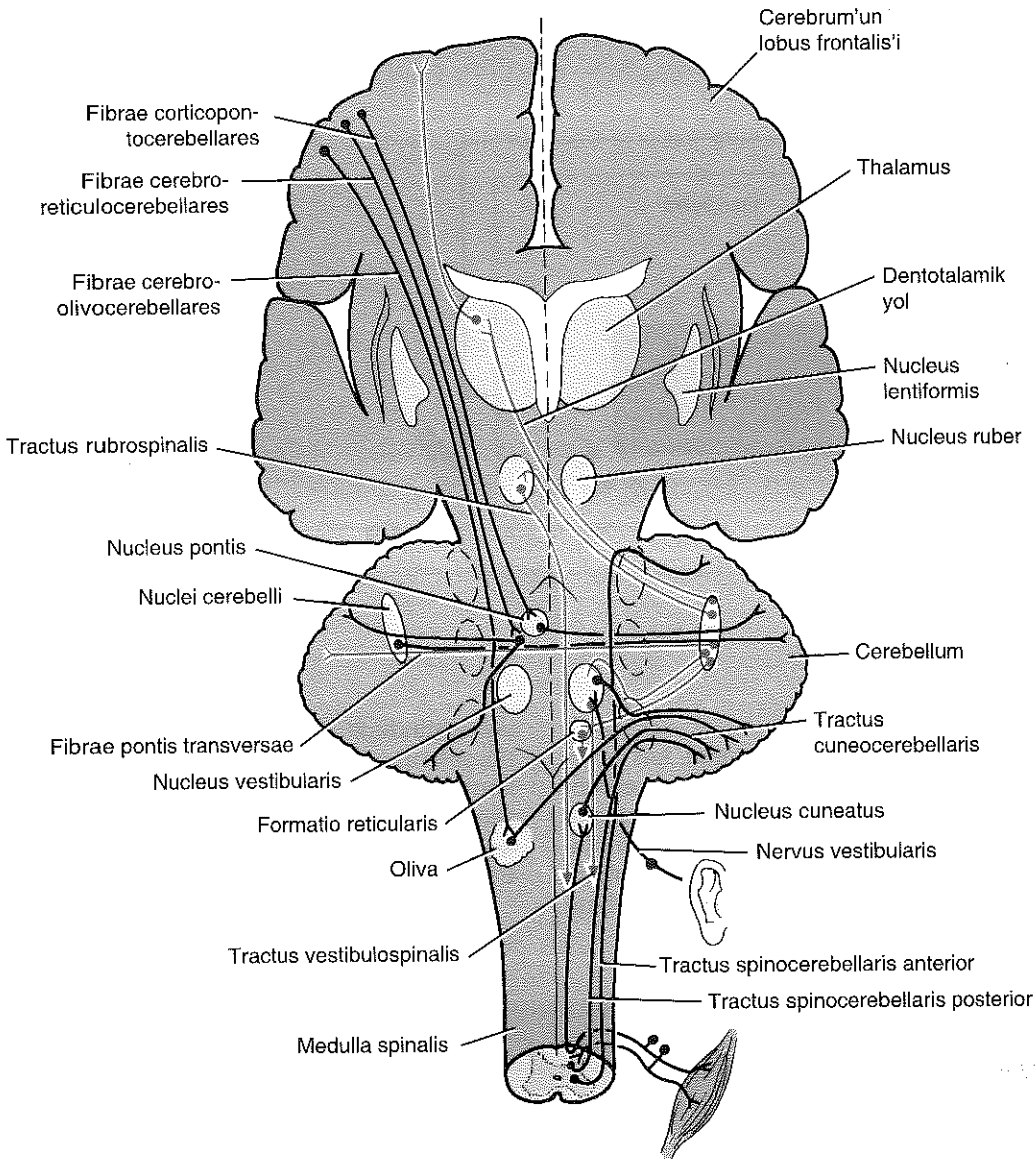
Serebellum'un, kas hareketinin koordinasyonu ve kas tonusunun devamlılığında sahip olduğu önem vurgulanırken, akut lezyonlardaki işaret ve belirtilerin, kronik lezyonlar tarafından oluşturulanlardan farklı olduğu da hatırlanmalıdır. Akut lezyonlar ani, şiddetli işaret ve belirtiler oluşturur. Ancak, daha büyük serebellar yaralanmalara rağmen tam olarak iyileşebilen hastaların olduğu hatırı sayılır oranda klinik deliller vardır. Bu, merkezi sinir sisteminin diğer alanlarının serebellar fonksiyon kaybını telafi edebildiğini gösterir. Kronik lezyonlar (yavaş büyüyen tümörler gibi), akut lezyonlarda olan işaret ve belirtilerden çok daha az şiddette işaret ve belirtilere neden olurlar. Bunun nedeni, merkezi sinir sisteminin diğer alanlarının serebellar fonksiyonu telafi etmek için zaman bulabilmesidir. Aşağıdaki belirti ve işaretler serebellar fonksiyon bozukluğunun karakteristikleridir.

Hipotoni

Kaslar, elastikiyetini kaybeder. Eklemlerin pasif hareketlerine azalmış direnç vardır. Ekstremite sallanırsa, terminal eklemlerde aşırı hareketlere neden olur. Bu durum, basit gerilme refleksi üzerinde serebellar etkinin kaybıyla açıklanır.

Postural Değişiklikler ve Yürüme Değişikliği

Baş sık olarak rotasyonda ve fleksiyondadır. Lezyon tarafındaki omuz, normal taraftakinden daha aşağıdadır. Hasta



Şekil 6-14 Serebellum'un bazı ana bağlantıları. Serebellar pedünküller, oval şekilli *kesik çizgilerle* gösterilmiştir.

ayaktayken geniş bir zemin düşler ve kas tonusu kaybını telafi etmek için sık olarak bacağı tutulmuş gibi durur. Kişiler yürürken etkilenen tarafa doğru sendeler.

İstemli hareket bozuklukları (ataksi)

Kaslar zayıf ve düzensiz olarak kontrakte olur. Elbise düğmesi iliklerne, yazma veya traş olma sırasında olduğu gibi, ince hareketler yapılırken **tremor** olur. Kas gruplarının uyumlu olarak çalışması kaybolur ve **hareket düzensizliği** olur. Hastadan işaret parmağı ile burnunun ucuna dokunması istendiğinde, hareketler uygun şekilde koordine edilemez ve parmak ya burnu kaçırır yada burna çarpar. Benzer bir test, karşı bacağının tibiası üzerine ayak topuğunu koyması istenerek alt ekstremiteler için de yapılabilir.

Disdiadokokinezi

Alternatif hareketlerin hızlı ve düzenli olarak yapılamamasıdır. Hastadan, ön kollarına hızlı olarak pronasyon-supinasyon yapması istenirse, serebellar lezyon tarafında hareketler yavaş, silkinme şeklinde ve eksiktir.

Refleks Bozuklukları

Tendon refleksleri ile oluşturulan hareket, normalden daha uzun bir süre devam etmeye eğilimlidir. Örnek olarak **pendüler diz refleksi**, ligamentum patellae'ye vurulmayı takiben oluşur. Normal olarak hareket oluşur ve agonist ile antagonistlerin gerilme refleksleri ile kendiliğinden sınırlanır. Serebellar hastalıkta gerilme refleksleri üzerindeki etki kaybolduğundan, hareket diz ekleminin bir seri fleksiyon ve ekstensiyon hareketleri olarak devam eder, yani bacak bir sarkaç gibi hareket eder.

Oküler Hareket Bozuklukları

Oküler kasların esas olarak bir ataksisi olan **nistagmus**, gözlerin ritmik gidip gelme hareketidir. Gözler, horizontal yönde deviye olduğunda kolaylıkla gösterilebilir. Gözlerin bu ritmik hareketleri, her iki yönde aynı oranda olabilir (**pendüler nistagmus**) veya bir yöne diğer yönden daha hızlı olabilir (**jerk nistagmus**). İkincisinde, vizual objeden uzaklaşma hareketi yavaş faz, takiben hedefe doğru olan hareket de hızlı faz olarak tarif edilir. Hızlı faz, nistagmus'un tipini tanımlamak için kullanılır. Örnek olarak; bir hastada eğer hızlı faz sola doğru, yavaş faz sağa doğru ise sola nistagmus'u var denir. Nistagmus hareketi, bir düzlemle sınırlı olabilir ve düzlem horizontal veya vertikal olabilir yada rotator nistagmus olarak tarif edilende olduğu gibi daha fazla düzlemde olabilir.

Göz kaslarının postürü, başlıca iki afferent yolun normal fonksiyonuna bağlıdır. Birincisi görme yoludur; bu yol ile gözler objeyi görür, ikinci yol ise çok daha karmaşık olup labirintler, vestibuler çekirdekler ve cerebellum'u içerir.

Konuşma Bozuklukları

Disartri, larinks kaslarının ataksisi nedeniyle serebellar hastalıkta ortaya çıkar. Telaffuz, hızlıdır ve heceler sıklıkla birbirinden ayrılır. Konuşma patlayıcı tarzda olmaya eğilimlidir ve heceler sık olarak ağızda gevelenir.

Serebellar lezyonlarda paralizi ve duyu değişiklikleri yoktur. Kas hipotonisi ve koordinasyon bozukluğu olabilmesine rağmen, bozukluk spesifik kaslar yada kas grupları ile sınırlanmaz. Aksine, tüm ekstremite veya vücudun tüm yarısını içerir. Eğer her iki serebellar hemisfer lezyondan etkilenmişse, o zaman tüm vücut kas aktivitesi bozuklukları gösterebilir. Kas kontraksiyonları zayıflamış olabilmesine ve hasta kolayca yorulmasına rağmen, hiç atrofi yoktur.

Serebellar Sendromlar

Vermis Sendromu

Bu sendromun en yaygın sebebi, çocuklarda vermis cerebelli'nin medulloblastoma'sıdır. Lobus flocculonodularis'in tutulması, vestibuler sistemle ilgili işaret ve belirtilere neden olur. Vermis cerebelli'nin tek olması ve orta hattaki yapıların etkilenmiş olması nedeniyle, kas koordinasyon bozukluğu baş ve gövdeyi tutar, ekstremiteleri etkilemez. Hastada öne veya arkaya düşmeye eğilim vardır. Başını sürekli ve düz bir doğrultuda tutma güçlüğü vardır. Ayrıca gövdeyi dik tutma güçlüğü de olabilir.

Serebellar Hemisfer Sendromu

Bir serebellar hemisferi tutan tümörler, serebellar hemisfer sendromuna neden olabilir. Belirtiler ve işaretler, genellikle tek taraflıdır ve hastalıklı serebellar hemisferin olduğu taraftaki kasları ilgilendirir. Ekstremite hareketleri, (özellikle kolların) bozulur. Sık olarak lezyon tarafına sallanma veya düşme olur. Disartri ve nistagmus'da yaygın bulgulardır. Serebellar hemisferlerin lateral parçasının lezyonları, başlatıcı hareketlerde gecikmelere ve koordinasyon durumunda tüm ekstremite segmentlerinin birlikte hareketinde yetersizliğe neden olur, ancak bir defada bir eklem hareket etme eğilimi gösterir.

Serebellum'u Tutan Yaygın Hastalıklar

Serebellar fonksiyonu etkileyen en yaygın hastalıklardan birisi akut alkol zehirlenmesidir. Bu durum, serebellar nöronlardaki GABA reseptörleri üzerinde alkolün etkisinin bir sonucu olarak meydana gelir.

Serebellum'u sık olarak tutan hastalıklar; konjenital agenezi yada hipoplazi, travma, enfeksiyonlar, tümörler, multipl sklerozis, serebellar arterlerin trombozu gibi vasküler patolojiler ve ağır metal zehirlenmeleridir.

Serebellar hastalığın belirtilerinin çoğu iki temel defekte indirgenebilir. Hipotoni ve serebral korteksin aktiviteleri üzerinde serebellum'un etkisinin kaybolması.

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ

1. 10 yaşındaki bir kız, yürüyüşündeki biçimsizliğin ailesi tarafından fark edilmesi üzerine bir nöroloğa götürüldü. Altı ay kadar önce çocuk, sağ kolunun kaba hareketlerinden yakınmış ve istemeden masadaki çay demliğine vurmuştu. Son zamanlarda kızın biçimsiz ve silkinme şeklinde olan el hareketleri ailesinin dikkatini çekti. Bu durum, kız özellikle bir bıçak ve çatalla yemek yerken belirgindi. Anne, doğduğundan beri kızının sağ ayağı ile ilgili problemleri olduğunu ve onun clubfoot'u (yumru ayak) olduğunu söyledi. Aynı zamanda skolyozuda vardı ve tedavi için bir ortopedik cerraha baş vurulmuştu. Anne, ailenin iki üyesinin daha benzer işaret ve belirtilere sahip olması nedeniyle, kızı için çok endişelendiğini söyledi.

   Fiziksel muayenede, çocuğun sağ tarafı üzerine yalpalama eğilimiyle birlikte, sendeleme şeklinde bir yürüyüşü olduğu görüldü. Sağ kol ve sağ bacağında kinetik tremor vardı. Ekstremite kaslarının kuvveti test edildiğinde, sağ bacağındakilerin sol bacağındakilerden daha zayıf olduğu bulundu. Ayrıca sağ kol ve sağ bacak kasları hipotonikti. Sağ ayağında ileri derecede, sol ayağında ise hafif derecede pes cavus vardı. Columna vertebralis'in torakal bölümünün üst parçasında kifoskolyoz da vardı.

   Duyu sisteminin muayenesinde, her iki bacakta vibrasyon duyusu ve kas-eklem duyusu kaybı olduğu bulundu. Aynı zamanda her iki bacak derisinde iki nokta ayırımı duyusu da yoktu. Diz refleksleri aşırı artmış olarak bulundu, ancak ayak bileği refleksleri yoktu. Biseps ve triseps refleksleri her kolda da normaldi. Bilateral Babinski belirtisi ve her iki gözünde hafif nistagmus vardı. Nöroanatomi bilgilerinizi kullanarak yukarıda verilen işaret ve belirtileri açıklayınız. Hastalık, merkezi sinir sisteminin birden fazla alanını mı tutmuştur? Açıklayınız.
2. İki doktor yolda konuşuyordu. Bir ara biri diğerine döndü ve "şuradaki adama bak – yolda yürüyüşüne

bak - hiç sağ kolunu sallamıyor - kolunu sadece yanda sarkık tutuyor- Bir serebellar lezyonu var mı merak ediyorum " dedi. Unilateral serebellar hemisfer tümörü olan bir kişi, yürürken kolunu gevşek olarak yanda tutmaya eğilim gösterir mi?

3. 37 yaşındaki bir adam, sağ kolundaki hantallık nedeniyle doktorunu ziyaret etti. Belirtiler 6 ay kadar önce başlamıştı ve gittikçe kötüleşmişti. Aynı zamanda ince hareketler yaptığında yada bir anahtarı kilite sokmaya çalıştığında sağ elinde tremor olduğunu da fark etti. Yürürken bazen "çok fazla alkol almış gibi" sağ tarafı üzerine yalpaladığını da fark etti. Fiziksel muayenede, yüz hafif derecede sola eğikti ve sağ omuz, sol taraftakinden daha aşağıdaydı. Kolların ve bacakların pasif hareketleri, sağ tarafta hipotoni ve gevşeklik olduğunu gösterdi. Düz bir hat boyunca topuk-baş parmak yürümesi istendiğinde, hasta sağ tarafına doğru eğildi. Sağ işaret parmağını burnunun ucuna dokundurması istendiğinde, sağ elinde tremor oldu ve parmak hedefi kaçırdı. Konuşma normaldi ve nistagmus yoktu. Nöroanatomi bilgilerinizi kullanarak, her bir işaret ve belirtiyi izah ediniz. Serebellar lezyonun orta hatta mı yoksa bir taraftamı olması muhtemeldir?
4. 4.5 yaşında bir erkek çocuk, ayakta sabit duramama eğilimi ve sabahları uyandığında olan kusma ataklarının annesini endişelendirmesi nedeniyle bir norolojist'e götürüldü. Annesi ayrıca çocuğunun dengesiz yürüdüğünü ve sık olarak arkaya doğru düştüğünü de fark etti. Fiziksel muayenede, çocuk ayaklarını açarak - yani geniş bir zeminde- ayakta durma eğilimindeydi. Başı yaşına göre normalden daha büyüktü ve kafa süturları kolaylıkla hissedilebiliyordu. Oftalmoskopla yapılan retina muayenesinde her iki gözde ciddi boyutta papilödem görüldü. Üst ve alt ekstremite kasları biraz hipotonikti. Nistagmus yoktu ve yürümesi istendiğinde bir yana veya diğer yana düşme eğilimi göstermedi. Nöroanatomi bilgilerinizi kullanarak, belirti ve işaretleri izah ediniz. Serebellar lezyonun orta hatta mı yoksa bir taraftamı olması muhtemeldir?
5. Hasta viziti sırasında bir üçüncü yıl öğrencisi nistagmus olayının izahını sordu. Bu soruyu siz nasıl yanıtlardınız? Serebellar hastalığı olan hastalarda, niçin nistagmus olur?
6. Serebellum'un akut ve kronik lezyonlarının, belirti ve işaretleri arasındaki temel fark nedir? Bu farklılıkları açıklayınız.

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. 10 yaşındaki bu kız, medulla spinalis'in arka ve lateral parçaları ile serebellum'un, kalıtsal dejeneratif bir hastalığı olan Friedreich ataksisi belirtileri ve işaretlerine sahipti.

   Serebellum'un dejenerasyonu; yürüyüş bozulması, sağ kolun kaba hareketleri, sağ tarafa doğru düşme eğilimi, sağ kol ve sağ bacakta kinetik tremor, sağ kol ve sağ bacakta hipotoni ve her iki gözdeki nistagmus'la değerlendirildi.

   Fasciculus gracilis'in tutulumu; alt ekstremitelerinde vibrasyon duyusu, iki nokta ayırımı duyusu ve kas-eklem duyusunun kaybı ile anlaşıldı.

   Tractus corticospinalis'in dejenerasyonu, bacaklarında kuvvet azalması ve Babinski belirtisinin var olmasıydı. Diz reflekslerinin aşırı artmasının nedeni, tractus corticospinalis'den ziyade, diğer üst motor nöronların tutulması nedeniyleydi.

   Ayak bileği reflekslerinin kaybı, dejeneratif olayla S_1 ve S_2 spinal seviyelerde refleks arklarının kesilmesinin bir sonucuydu.

   Clubfoot (yumru ayak) ve skolyoz, uzun süredir var olan gövde ve bacak kaslarının tonus değişikliğine bağlanabilirdi.
2. Evet. Serebellar hemisferlerinden birisinde lezyon olan bir kişi, aynı taraf vücut yarısındaki farklı kas grupları arasında koordinasyon kaybı gösterir. Bu bozukluk, sadece bir eklemin hareketindeki agonist ve antagonist kasları değil, aynı zamanda tüm ilgili kas aktivitesini de etkiler. Örneğin; normal bir insan yürüyüş sırasında her iki taraftaki kolunu sallarken, serebellar hastalıkta bu aktivite lezyon tarafında kaybolur.
3. Bu adamda yapılan operasyonla, sağ serebellar hemisferinde bir astrositoma bulundu. Bu durum, unilateral işaret ve belirtilerin oluşumunu açıklar. Lezyon sağ taraftaydı ve hantallık, tremor, kas koordinasyon bozukluğu ve hipotoni vücudun sağ tarafındaydı. Klinik durumun gittikçe kötüye gitmesi, hızlı olarak büyüyen bir tümörle serebellum'un daha çok harab olması temelinde açıklanabilirdi. Sağ kol ve sağ bacak kaslarının gevşekliği hipotoniye bağlıydı; yani kas iğcikleri ve tendon organlarını içeren basit gerilme refleksi üzerinde serebellum'un etkisinin kalkmasıydı. Hantallık, tremor ve parmak-burun testindeki hedefi kaçırma, farklı kas grupları arasındaki koordinasyon işleminde serebellar etkinin yokluğu nedeniyleydi. Sağ tarafa düşme, başın eğikliği ve sağ omuz düşüklüğü, yorgunluk ve kas tonusu kaybına bağlıydı.
4. Tanı, dördüncü ventrikül çatısının olduğu bölgede, vermis cerebelli'yi tutan beynin medulloblastoma'sıydı. Çocuk, geniş ve derin bir radyoterapiyi takiben, 9 ay sonra öldü. Ani kusma atakları, normal sınırların üstünde baş boyutunun artması, sütural ayrılma ve şiddetli bilateral papilödem, tümörün hızlı büyümesi sonucu olan hızlı intrakranyal basınç artışıyla açıklanabilirdi. Geniş zeminli yürüme bozukluğu ve arkaya (veya öne) doğru düşme eğilimi, vermis cerebelli'yi tutan bir tümörü işaret eder. Bilateral hipotoni varlığı, -özellikle geç dönemdeki- her iki

serebellar hemisferin tutulmasına bağlıydı. Otopside tümörün geniş olarak dördüncü ventrikülü istila ettiği bulundu. Beyin omurilik sıvısının dördüncü ventrikül çatısındaki açıklıklardan geçememesi nedeniyle internal hidrosefalus olmuştu.

5. Bulbus oculi'nin istem dışı hareketi olan nistagmus, bir kişi hızlı olarak hareketli objeleri izlediği zaman yada hızlı vücut rotasyonu ile de fizyolojik olarak meydana gelebilir. Sinir sistemi, göz ve iç kulak hastalıklarında sık olarak oluşur. Serebellar hastalıktaki nistagmus, bulbus oculi'yi hareket ettiren kasların ataksisi nedeniyledir. Bulbus oculi'nin hareketinde fonksiyon gören agonist ve antagonist kaslar arasında koordinasyon eksikliği vardır. Nistagmus'un farklı tiplerinin tam olarak anlaşılması için, bir nöroloji kitabına baş vurulmalıdır. Ayrıca sayfa 245'e bakınız.
6. Bir serebellar arterin trombozu veya hızlı büyüyen bir tümör gibi akut lezyonlar, kas aktivitesi üzerinde serebellar etkinin birden kalkması nedeniyle ani şiddetli işaret ve belirtilere yol açar. Hastalar, büyük serebellar yaralanmalardan çabuk olarak iyileşebilir. Bu durum serebellum'un kas aktivitesini direk olarak değil, vestibuler çekirdekler, retiküler formasyon, nucleus ruber, tectum, corpus striatum ve serebral korteks aracılığı ile indirek olarak etkilemesinin temelinde açıklanabilir. Merkezi sinir sisteminin bu alanları, bu fonksiyonu üstleniyor olabilirler. Kronik lezyonlardaki, belirti ve işaretler çok daha az şiddetlidir ve serebellar fonksiyon kaybını telafi etmek için, merkezi sinir sisteminin diğer alanlarına izin veren yeterli süre vardır.

ÇALIŞMA SORULARI

Açıklama: Bu bölümde numaralanmış maddelerin her birisi, yanıtlarla takip edilir. Doğru yanıt olarak bir harfli şıkkı seçiniz.

1. Serebellum'un makroskopik görünümü ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Serebral hemisferlerin oksipital loblarından tentorium cerebelli ile ayrılır.
   (b) Medulla oblongata ve pons'un önünde yer alır.
   (c) Ön lobu, orta (arka) lobdan fissura posterolateralis (uvulonodularis) ile ayrılır.
   (d) Lobus flocculonodularis, orta (arka) lobdan fissura horizontalis ile ayrılır
   (e) Üçüncü ventrikül, serebellum'un önünde yer alır.
2. Serebellum'la ilgili aşağıdaki genel ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Serebellum, büyük oranda düz kas aktivitesini etkiler.
   (b) Serebellum'un, kranyal sinirlerle uyarılan iskelet kasları üzerinde hiç etkisi yoktur.
   (c) Her bir serebellar hemisfer, vücudun aynı tarafındaki spinal sinirlerle uyarılan iskelet kasının tonusunu kontrol eder.
   (d) Önemli Purkinje hücreleri, Golgi tip II nöronlardır.
   (e) Purkinje hücreleri, intraserebellar çekirdekler üzerinde stimülatör etki oluşturur.
3. Serebellum'un yapısı ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Serebellum, orta hatta dar bir median vermis ile birleştirilen iki tane serebellar hemisferden oluşur.
   (b) Serebellum'un alt yüzü, vermis'in üst yüzü tarafından oluşturulan derin bir oluk gösterir.
   (c) Pedunculus cerebellaris inferior'lar, serebellum'u pons'a bağlar.
   (d) Gri cevher, serebellar korteksle kuşatılır.
   (e) Nucleus dentatus'un folia'larının gri cevheri, kesik yüzeyinde arbor vitae denilen dallı bir görünüme sahiptir.
4. Serebellar korteksin yapısı ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Korteks, bir çok vertikal yarık ile folia'lara plikalanır.
   (b) Korteksin yapısı, serebellum'un farklı parçalarında genellikle farklıdır.
   (c) Purkinje hücreleri, korteksin en yüzeyel tabakasında bulunur.
   (d) Golgi hücreleri, serebellar korteksin en yüzeyel tabakasında bulunur.
   (e) Purkinje hücrelerinin aksonları, serebellar korteksten çıkan efferent lifleri yapar.
5. İntraserebellar çekirdeklerle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Çekirdekler, beyaz cevherin yüzeyel tabakaları içindedir.
   (b) Çekirdekler, dördüncü ventrikülün duvarlarında lokalizedir.
   (c) Çekirdekler, küçük unipolar nöronlardan oluşur.
   (d) Çekirdeklerin aksonları, ana serebellar çıkışı oluşturur.
   (e) Çekirdekler, medialden laterale doğru aşağıdaki şekilde isimlendirilir: nucleus dentatus, nucleus emboliformis, nucleus globosus ve nucleus fastigii.
6. Serebellar pedünküller ile ilgili aşağıdaki ifadelerden doğru olanı işaretleyiniz.
   (a) Pedunculus cerebellaris superior'daki liflerin çoğu afferenttir ve medulla spinalis'deki nöronlardan ayrılır.
   (b) Tractus spinocerebellaris anterior, pedunculus cerebellaris superior'dan serebellum'a girer.

(c) Pedunculus cerebellaris inferior, sadece nuclei olivares inferiores'den serebellar hemisferin orta (arka) lobuna geçen lifler tarafından oluşturulur.
(d) Pedunculus cerebellaris medius, nucleus dentatus'tan gelen lifler tarafından yapılır.
(e) Serebellar pedünküller, beyin disseksiyonlarında bile görülmesi güç olan yüzeyel yapılardır

7. Serebellum'a giren afferent liflerle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
(a) Yosunsu lifler, Purkinje hücrelerinin dendritleri ile sinaps yaparak sonlanır.
(b) Lifler, serebellum'a başlıca fibrae arcuatae interna ve externa aracılığıyla girer.
(c) Tırmanıcı ve yosunsu lifler, serebellar korteksin iki ana girişini yapar.
(d) Afferent lifler, Purkinje hücreleri için inhibitördür.
(e) Serebellum'a gelen afferent lifler miyelinsizdir.

8. Serebellum'un fonksiyonları ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
(a) Serebellum, kas tendonlarının hareketlerini etkiler.
(b) Serebellum, farklı kasların kontraksiyon derecesini ve kuvvetini koordine ederek istemli hareketi kontrol eder.
(c) Serebellum, antagonist kasların kontraksiyonunu stimüle eder.
(d) Serebellum, serebral korteksin yardımı olmaksızın direk olarak iskelet kası aktivitesini etkiler.
(e) Serebellum, bağırsak kaslarında görülen peristaltik dalgaları koordine eder.

9. Serebellum'la ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
(a) Afferent tırmanıcı lifler, bireysel Purkinje hücreleri ile tek bir sinaps yapar.
(b) Afferent yosunsu lifler, önce yıldızsı (stellat) hücreleri stimüle ederek bir çok Purkinje hücresini stimüle edebilir.
(c) İntraserebellar çekirdeklerdeki nöronlar, karşı serebral hemisfere kesilmeksizin aksonlar gönderir.
(d) Serebellar çekirdeklerin çıkışı kas aktivitesini etkiler, böylece hareketler bir hareketten sonrakine düzenli bir sırayla yapılabilir.
(e) Past pointing (hedefi geçme), hareket başladıktan sonra serebral korteksin serebellum'u inhibe etmedeki yetersizliğiyle oluşur.

10. Serebellum'la ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
(a) Serebellar korteks, farklı kişilerde farklı mikroskopik yapıya sahiptir.
(b) Purkinje hücrelerinin aksonları, derin serebellar çekirdeklerdeki nöronlar üzerinde inhibitör etki yapar.
(c) Her bir serebellar hemisfer, başlıca karşı taraf elin hareketini etkiler.
(d) Orta hatta yer alan serebellum parçası, flocculus olarak bilinir.
(e) Kinetik tremor, serebellar hastalığın bir belirtisidir.

Açıklama: Eşleştirme Soruları. Arteria inferior posterior cerebelli'nin trombozunu takiben, bir hastada bulunan işaret ve belirtiler aşağıda listelenmiştir. İşaret ve belirtileri, harfle gösterilmiş olan etkilenmiş yapılarla eşleştiriniz. Harflenmiş yapıların, birisi veya birden fazlası veya hiçbirisi seçilmeyebilir.

11. Vücudun sol tarafında ağrı ve ısı duyusu kaybı
12. Nistagmus
13. Sağa doğru düşme eğilimi ile birlikte sağ taraftaki kaslarda hipotoni
(a) Sağ tractus reticulospinalis
(b) Sağ pedunculus cerebellaris inferior
(c) Yukarıdakilerin hiç birisi

Açıklama: Serebellum'la ilgili rakamla belirtilen yollarla aşağıda harflerle listelenmiş olan sinir yollarını eşleştiriniz. Harfli yanıtlardan, birisi veya birden fazlası seçilebilir veya hiçbirisi seçilmeyebilir.

14. Corticopontocerebellar
15. Cuneocerebellar
16. Cerebellar reticular
17. Cerebellar rubral

(a) Pedunculus cerebellaris superior
(b) Corpus callosum
(c) Striae medullares
(d) Pedunculus cerebellaris inferior
(e) Pedunculus cerebellaris medius
(f) Yukarıdakilerin hiç birisi

Açıklama: Her bir olgunun hikayesi sorularla takip edilmektedir. Olgunun hikayesini okuyunuz ve daha sonra harflenmiş yanıtlardan en uygun olan birisini seçiniz.

45 yaşında alkolik bir erkekte, alkol almadığı zaman bile olan sendeleme ve sendeleyerek yürüme gelişti. Durum, bir kaç haftalık periyodu takiben daha da kötüleşti ve sabitleşti. Arkadaşları, onun bir başka kişiyle arka arkaya yürürken güçlük çektiğini ve çabuk dönüşlerde düzensizlik eğilimi gösterdiğini fark etti.

18. Bu hastanın fiziksel muayenesinde aşağıdaki bulgulardan birisi hariç, diğerleri görüldü.
(a) Hasta, bacak hareketlerinde koordinasyonsuzluk ve gövde hareketlerinde stabilite eksikliği gösterdi.
(b) Hareketsiz ayakta dururken, ayakları bir arada duruyordu.
(c) Polinöropati bulguları yoktu
(d) Bacaklardaki ataksi, topuk-tibia testi uygulanarak tespit edildi.
(e) Magnetik rezonans görüntü, vermis cerebelli'de atrofi bulguları gösterdi.

19. Aşağıdaki ek anormal belirtilerden birisi hariç, diğerleri bu hastada görülebilir.
(a) Her iki gözde nistagmus.
(b) Disartri
(c) Bir fincana uzandığında sol elinde tremor
(d) Sağ üst kol kaslarında paralizi
(e) Disdiadokokinezi

ÇALIŞMA SORULARININ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. Doğru yanıt A. Cerebellum, serebral hemisferlerin oksipital loblarından tentorium cerebelli ile ayrılır (Bkz. sayfa 428). B. Cerebellum, medulla oblongata'nın arka tarafında yer alır (Bkz. şekil 6-1). C. Lobus anterior cerebelli, lobus posterior (medius) cerebelli'den fissura prima ile ayrılır (Bkz. şekil 6-3). D. Lobus flocculonodularis, lobus posterior (medius) cerebelli'den fissura posterolateralis cerebelli ile ayrılır (Bkz. şekil 6-3). E. Dördüncü ventrikül, cerebellum'un önünde yer alır (Bkz. şekil 6-1).
2. Doğru yanıt C. Her bir serebellar hemisfer, vücudun aynı tarafındaki spinal sinirlerle uyarılan iskelet kaslarının tonusunu kontrol eder (Bkz. sayfa 243). A. Cerebellum, düz kas üzerinde hiçbir etkiye sahip değildir. B. Cerebellum, spinal sinirlerle uyarılanlarda olduğu gibi, kranyal sinirlerle uyarılan çizgili kaslar üzerinde de aynı etkiye sahiptir. D. Önemli olan Purkinje hücreleri, Golgi tip I nöronlardır. E. Purkinje hücreleri, intraserebellar çekirdekler üzerinde inhibitör etkiye sahiptir (Bkz. sayfa 236).
3. Doğru yanıt A. Cerebellum, orta hatta bulunan dar bir vermis cerebelli ile birleştirilen iki tane serebellar hemisferden oluşur (Bkz. şekil 6-2). B. Cerebellum'un alt yüzünde, vermis'in alt yüzü tarafından oluşturulan derin bir oluk bulunur (Bkz. şekil 6-2). C. Pedunculus cerebellaris inferior, cerebellum'u medulla oblongata'ya birleştirir (Bkz. şekil 6-9). D. Cerebellum'un gri cevheri, kortekste ve intraserebellar çekirdekleri oluşturan üç tane kitlede bulunur (Bkz. sayfa 233). E. Beyaz cevher ve folia cerebelli'ler, kesit yüzeyinde arbor vitae denilen dallı ağaç görünüme sahiptir (Bkz. şekil 6-1).
4. Doğru yanıt E. Purkinje hücre aksonları, srerebellar korteksin efferent liflerini oluşturur (Bkz. sayfa 231). A. Cortex cerebelli, bir çok transvers yarıkla folia'lara ayrılır (Bkz. şekil 6-1). B. Korteksin yapısı, cerebellum'un farklı parçalarında aynıdır. C. Purkinje hücreleri, cortex cerebelli'nin orta tabakasında bulunur (Bkz. şekil 6-4). D. Golgi hücreleri, cortex cerebelli'nin en derin tabakasında (granüler tabaka) bulunur (Bkz. şekil 6-4).
5. Doğru yanıt D. İntraserebellar çekirdeklerdeki nöronların aksonları, ana serebellar çıkışı oluşturur (Bkz. sayfa 237). A. İntraserebellar çekirdekler, beyaz cevherin derininde gömülüdür (Bkz. şekil 6-7). B. Çekirdekler, dördüncü ventrikülün çatısının arkasında yer alır (Bkz. şekil 6-7). C. Çekirdekler, büyük multipolar nöronlardan oluşur. E. Çekirdekler, medialden laterale doğru aşağıdaki gibi isimlendirilir: nucleus fastigii, nucleus globosus, nucleus emboliformis ve nucleus dentatus (Bkz. şekil 6-7).
6. Doğru yanıt B. Tractus spinocerebellaris anterior, cerebellum'a pedunculus cerebellaris superior'dan girer (Bkz. şekil 6-11). A. Pedunculus cerebellaris superior'daki liflerin çoğu efferenttir ve intraserebellar çekirdeklerdeki nöronlardan gelir (Bkz. şekil 6-12). C. Pedunculus cerebellaris inferior; tractus spinocerebellaris posterior, tractus cuneocerebellaris, nucleus vestibularis ve tractus olivocerebellaris'den afferent lifler içerir (Bkz. şekil 6-10 ve 6-11). Ek olarak, fastigial vestibuler yol ve fastigial retiküler yolu içeren cerebellum'dan çıkan efferent lifler içerir (Bkz. şekil 6-12). D. Pedunculus cerebellaris medius, pontin çekirdeklerden gelen lifler tarafından yapılır (Bkz. şekil 6-10). Aynı zamanda iki taraf serebellar hemisferi birleştiren lifler de içerir (Bkz. şekil 6-12). E. Serebellar pedünküller, disseksiyonlarda kolaylıkla görülebilen yüzeyel yapılardır.
7. Doğru yanıt C. Cerebellum'un tırmanıcı ve yosunsu lifleri, cortex cerebelli'ye gelen bilginin iki ana yolunu oluşturur (Bkz. sayfa 236). A. Yosunsu lifler, Golgi hücreleri ve granüler hücrelerin dendritleri ile sinaps yaparak sonlanır (Bkz. şekil 6-8). B. Afferent lifler, pedunculus cerebellaris superior, medius ve inferior'dan geçerek cerebellum'a ulaşır. D. Afferent lifler, Purkinje hücreleri için eksitatördür (Bkz. sayfa 236). E. Cerebellum'a gelen afferent lifler, miyelinlidir.
8. Doğru yanıt B. Cerebellum, farklı kasların kontraksiyon gücünü ve boyutunu koordine ederek istemli hareketleri kontrol eder (Bkz. sayfa 242). A. Cerebellum, tendonların değil, kasların hareketini etkiler. C. Cerebellum, antagonist kasların kontraksiyonunu inhibe eder. D. Cerebellum, cortex cerebri'nin yardımıyla iskelet kası aktivitesini dolaylı olarak etkiler (Bkz. sayfa 242). E. Cerebellum, bağırsak duvarındaki düz kas aktivitesinin kontrolünde hiçbir etkiye sahip değildir.
9. Doğru yanıt D. Serebellar çekirdeklerin çıkışı, kas aktivitesini ardışık olarak etkiler, böylece hareketler bir hareketten sonrakine düzenli bir sırayla yapılabilir. A. Afferent tırmanıcı lifler, 1 - 10 Purkinje hücresi ile çoklu sinaps yapar. B. Afferent yosunsu lifler, önce granüler hücreleri uyarıp, bir çok Purkinje hücresini uyarabilir (Bkz. sayfa 236). C. İntraserebellar çekirdeklerin nöronları, thalamus'un ventrolateral çekirdeğine cortex cerebri ile bağlantılı olan aksonlar gönderir (Bkz. şekil 6-12). E. Hedef şaşırma, başlatılan hareketten sonra cortex cerebri'nin inhibe edilmesinde cerebellum'un yetmezliği nedeniyle olur.
10. Doğru yanıt E. Kinetik tremor, serebellar hastalığın bir belirtisidir (Bkz. sayfa 244). A. Cortex cerebelli, farklı kişilerde aynı mikroskopik yapıya sahiptir. B. Purkinje hücrelerinin aksonları, derin serebellar çekirdeklerin nöronları üzerinde eksitatör etki yapar. C. Her bir serebellar hemisfer, kural olarak vücudun aynı tarafındaki hareketi etkiler. D. Orta hatta yer alan cerebellum parçasına, vermis cerebelli denir.
11. Doğru yanıt C.
12. Doğru yanıt B: sağ pedunculus cerebellaris inferior
13. Doğru yanıt B: sağ pedunculus cerebellaris inferior
14. Doğru yanıt E: pedunculus cerebellaris medius
15. Doğru yanıt D: pedunculus cerebellaris inferior
16. Doğru yanıt D: pedunculus cerebellaris inferior

17. Doğru yanıt A: pedunculus cerebellaris superior
18. Doğru yanıt B. Serebellar hastalığı olan hastalar, sık olarak zayıf kas tonusu gösterir ve bunu karşılamak için ayaklarını geniş açarak ayakta durur.
19. Doğru yanıt D. Serebellar hastalığı olan hastalarda, istemli hareketler bozulsa da, kaslarda hiç paralizi yada atrofi görülmez.

Ek Okumalar

Adams, R. D., and Victor, M. *Principles of Neurology*. New York: McGraw-Hill, 1994.

Angevine, J. B., Mancall, E. L., and Yakovlev, P. I. *The Human Cerebellum*. Boston: Little, Brown, 1961.

Arshavsky, Y. I., Gelfand, I. M., and Olovsky, G. N. The cerebellum and control of rhythmical movements. *Trends Neurosci.* 6:417, 1983.

Bloedel, J. R., and Courville, J. Cerebellar afferent systems. In V. B. Brooks (ed.), *Handbook of Physiology* (sec. 1, vol. II, p. 735). Bethesda, MD: American Physiological Society, 1981.

Brodal, P. *The Central Nervous System: Structure and Function*. New York: Oxford University Press, 1992.

Colin, F., Manil, J., and Desclin, J. C. The olivocerebellar system. 1. Delayed and slow inhibitory effects: An overlooked salient feature of cerebellar climbing fibers. *Brain Res.* 187:3, 1980.

Cordo, P., and Harnad, S. *Movement Control*. New York: Cambridge University Press, 1994.

Fields, W. D., and Willis, W. D. Jr. *The Cerebellum in Health and Disease*. St. Louis: Warren H. Green, 1970.

Forssberg, H., and Hirschfeld, H. *Movement Disorders in Children*. Farmington, CT: S. Karger Publishers Inc., 1992.

Gilman, S. The cerebellum: Its role in posture and movement. In M. Swash and C. Kennard (eds.), *Scientific Basis of Clinical Neurology* (p. 36). Edinburgh: Churchill Livingstone, 1985.

Gilman, S. The mechanisms of cerebellar hypotonia. *Brain* 92:621, 1969.

Goetz, C. G. *Textbook of Clinical Neurology* (2nd ed.). Philadelphia: Saunders, 2003.

Guyton, A. C., and Hall, J. E. *Textbook of Medical Physiology* (11th ed.). Philadelphia: Elsevier Saunders, 2006.

Ito, M. *The Cerebellum and Neural Control*. New York: Raven, 1984.

Kennedy, P. R., Ross, H. G., and Brooks, V. B. Participation of the principal olivary nucleus in neurocerebellar control. *Exp. Brain Res.* 47:95, 1982.

Leigh, R. J., and Zee, D. S. *The Neurology of Eye Movements* (2nd ed.). Philadelphia: Davis, 1991.

Lewis, A. J. *Mechanisms of Neurological Disease*. Boston: Little, Brown, 1976.

Llinas, R. R. The cortex of the cerebellum. *Sci. Am.* 232:56, 1975.

Llinas, R. R. Electrophysiology of the cerebellar networks. In V. B. Brooks (ed.), *Handbook of Physiology* (sec. 1, vol. II, p. 831). Bethesda, MD: American Physiological Society, 1981.

Nestler, E. J., Hyman, S. E., and Malenka, R. C. *Molecular Neuropharmacology*. New York: McGraw-Hill, 2001.

Palay, S. L., and Chan-Palay, V. Cortex and organization. In *Cerebellar Cortex*. Berlin: Springer, 1974.

Rowland, L. P. *Merritt's Neurology* (10th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

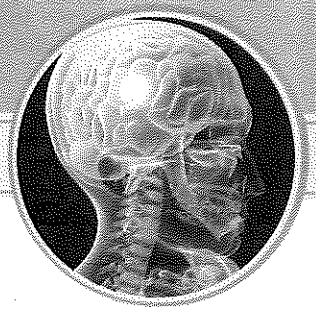
Schweighofer, N. Doya, K, Kuroda, S. Cerebellar aminergic neuromodulation: Towards a functional understanding. *Brain Res. Rev.* 44:103, 2004.

Standring, S. (ed.). *Gray's Anatomy* (39th Br. ed.). London: Elsevier Churchill Livingstone, 2005.

Thach, W. T. On the specific role of the cerebellum in motor learning and cognition: Clues from PET activation and lesion studies in humans. *Behav. Brain Sci.* 19:411–431, 1996.

Thach, W. T., Goodkin, H. G., Keating, J. G. Cerebellum and the adaptive coordination of movement. *Ann. Rev. Neurosci.* 15:403–442, 1992.

Thach, W. T., Perry, J. G., Kane, S. A., Goodkin, H. P. Cerebellar nuclei: Rapid alternating movement, motor somatotopy, and a mechanism for the control of muscle synergy. *Rev. Neurol.* 149:607–628, 1993.



BÖLÜM 7

Çeviri: Dr. Bülent CANBAZ
Dr. Mehmet YILDIRIM
Dr. İlkan TATAR

CEREBRUM

Yirmiüç yaşındaki bir hasta, sol bacağındaki bir güçsüzlük ve uyuşukluk, ayrıca aralıklı gelen baş ağrıları ve baş dönmeleri nedeniyle nöroloğa başvurmuştur. Hikayesinde hasta, başının pozisyonunu değiştirmenin baş ağrısını artırdığını söylemektedir. Yapılan tomografi (CT)'de III. ventrikülün ön ucunda küçük beyaz opak bir kitle görülmektedir. III. ventrikülde bir kolloid kistin varlığı teşhis edilmiştir.

Baş ağrısının, baş pozisyonunun değiştirilmesi ile artışı, kistin hareketli olması, plexus choroideus'a asılı bulunması ile açıklanmaktadır. Baş belli pozisyonlara getirildiğinde, küre biçimindeki kist sağ taraftaki foramen Monro'yu tıkamakta; bu da kafa içi basıncını ve dolayısıyla hidrosefalusu arttırmaktadır. Sol bacaktaki güçsüzlük ve uyuşukluk, sağ capsula interna'dan geçen yolların yavaş büyümekte olan tümörün basısından kaynaklanmaktadır. Hasta, tümör'ün cerrahi operasyon ile çıkarılmasından sonra tamamen iyileşmiştir.

BÖLÜMÜN HEDEFLERİ

- Öğrencileri önbeyin'in karmaşıklığı ile tanıştırmak
- Diencephalon'un tanımını anlamak, sagital, koronal ve horizontal beyin kesitlerini çalışarak thalamus ve hypothalamus'u tam olarak lokalize edebilmek
- İnternal kapsül (capsula interna) olarak bilinen, sıklıkla patolojik lezyonların gözlendiği, inen ve çıkan yolların temel geçiş yerlerinin kesin pozisyonunu anlamak

Serebral hemisferler, telencephalon'dan gelişirler ve beynin en büyük kısmını oluştururlar. Her hemisfer dışta gri cevher tabakası olan korteks, içte bulunan gri cevher kitleleri bazal çekirdekler ve bilateral ventrikül içerir. Bu alanın temel anatomik yapısı, öğrencileri bu bölgedeki fonksiyonların lokalizasyonundan kaynaklanan karmaşıklığa hazırlamak için tanımlanmıştır.

Cerebrum'un Alt Bölümleri

Cerebrum, kafatasının ön ve orta kraniyal fossalarında yerleşmiş ve kafatasının tüm konkavitesini dolduran beynin en büyük parçasıdır. İki kısma ayrılabilir: merkezi özü oluşturan **diencephalon** ve **serebral hemisferleri** oluşturan **telencephalon.**

Diencephalon

Diencephalon, 3. ventrikülü ve sınırlarını oluşturan yapıları içerir (Şek. 7-1 ve 7-2). Arkada cerebral aquaductus ile devam eden 3. ventriküle ve önde interventriküler foramenlere kadar uzanır (Şek. 7-3). Sonuç olarak diencephalon simetrik sağ ve sol yarılarıyla bir orta hat yapısıdır. Beynin bu alt bölümlerinin, anlatım ve kavrayış kolaylığı için oldukları açıktır; fonksiyonel bakış açısıyla bakıldığında sinir lifleri sınırlardan serbestçe geçerler.

Makroskopik Özellikler

Diencephalon'un altyüzü, ayrılmamış beyinde gözlenebilen tek yüzüdür (Şek. 7-2, ayrıca Bkz. Atlas Resim 1). Bu yüz, hypothalamik ve önden arkaya doğru her iki taraftaki **tractus opticus**'larla birlikte **chiasma opticum**, **tuber cinereum**'la birlikte **infundibulum** ve **mamiller cisimleri** içeren yapılardan oluşur.

Diencephalon'un üst yüzü, temporal lob'un **hippocampus**'undan başlayan ve thalamus üstünden arkaya doğru kemer yaparak mamiller cisme katılan kalın bir lif demeti olan **fornix** ile örtülüdür (Şek. 7-3, ayrıca Bkz. Atlas Resim 8). Diencephalon'un gerçek üst duvarı 3. ventrikülün tavanı tarafından oluşturulur. Bu 3. ventrikül'ün ependimal örtüsünün geriye kalanı ile devam eden bir tabaka ependim içerir. Bu da üstten 3. ventrikül'ün tela choroidea'sı denilen piamater'in vasküler bir katlantısı tarafından örtülüdür. 3. ventrikül'ün tavanından, orta hattan aşağıya doğru 3. ventrikül kavitesine doğru 3. ventrikül'ün choroid pleksus'u denilen bir çift vasküler yapı uzanır.

Diencephalon'un lateral duvarı, beyaz cevherin internal kapsülü (capsula interna) ile sınırlıdır ve serebral korteksle beyin sapının diğer kısımları ve medulla spinalis'i birbirine bağlayan sinir liflerini içerir (Şek. 7-1).

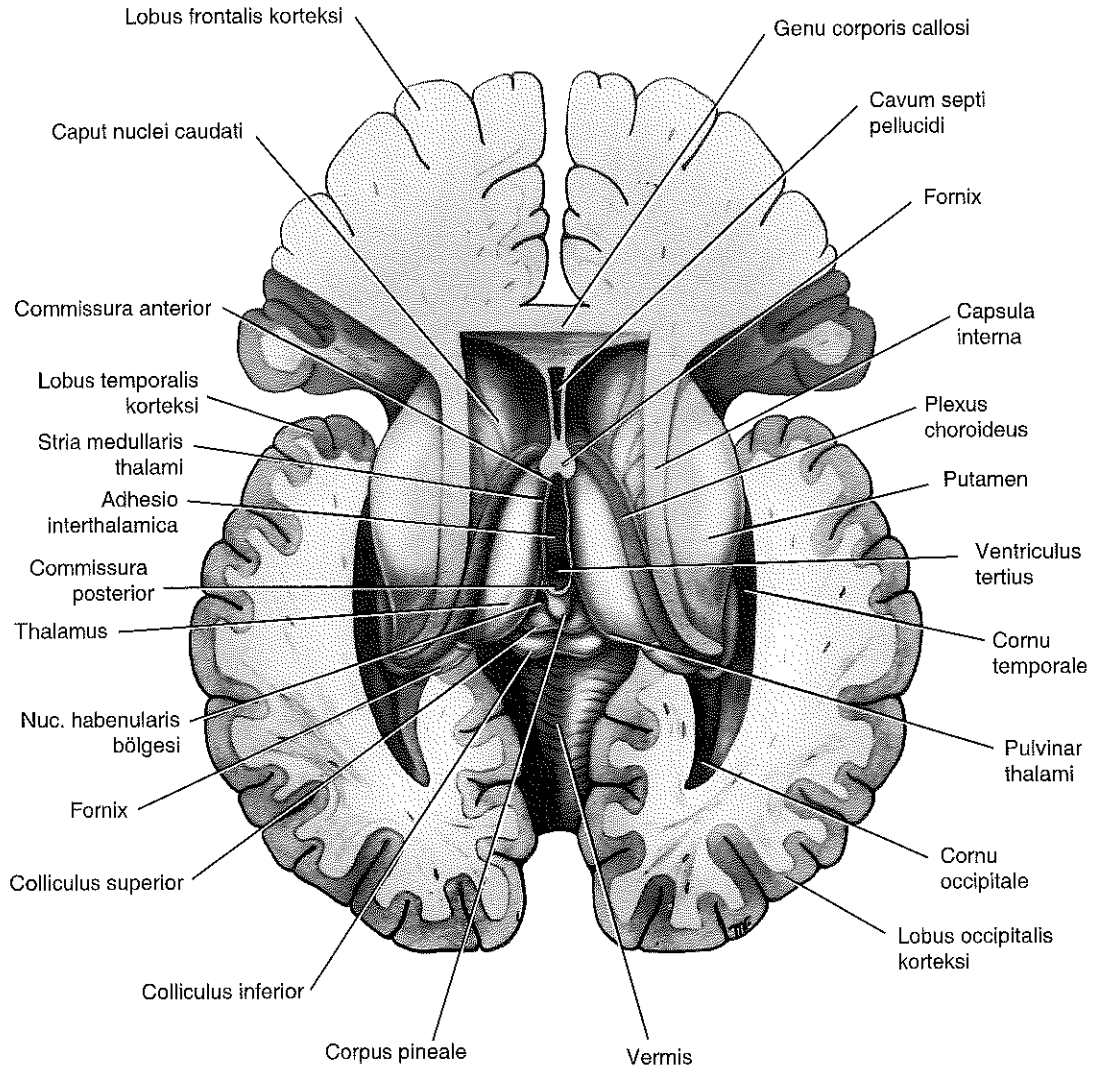
Diencephalon yarık şeklindeki 3. ventrikül tarafından simetrik iki yarıya ayrılsa da ayrıca medial yüzü de vardır. Diencephalon'un medial yüzü (yada 3. ventrikül'ün lateral duvarı) üst kısımda **thalamus**'un medial duvarı, alt kısımda **hypothalamus** tarafından oluşturulur (Şek. 7-3, ayrıca Bkz. Atlas Resim 8). Bu iki yapı birbirinden **sulcus hypothalamicus** denilen sığ bir oluk ile ayrılır. Habenular çekirdeklerin afferent lifleri olan sinir lifi demeti, diencephalon'un medial yüzü üst sınırı boyunca bir kenar oluşturur ve stria medullaris thalami olarak isimlendirilir (Şek. 7-1).

Diencephalon 4 ana kısma ayrılabilir: (1) thalamus, (2) subthalamus, (3) epithalamus ve (4) hypothalamus.

Thalamus

Thalamus, diencephalon'un ana parçasını oluşturan büyük ovoid bir gri cevher kitlesidir. Büyük fonksiyonel önemi olan bir bölgedir ve koku duyusu dışındaki tüm ana duyu sistemlerinin bir hücre istasyonu gibi işlev görür. Thalamus'un aktiviteleri serebral korteks'inkilerle yakın ilişkilidir ve thalamus hasarı serebral fonksiyonlarda büyük kayba yol açar.

Thalamus'lar 3. ventrikül'ün her iki tarafında bulunurlar (Şek. 7-3, ayrıca Bkz. Atlas Resim 5). Thalamus'un ön ucu dar, yuvarlaktır ve interventriküler foramen'in arka sınırını yapar. Arka uç (Şek. 7-4) üzerinde colliculus superior ve brachium colliculi superioris'in asılı olduğu **pulvinar**'ı oluşturmak için genişler. Corpus geniculatum laterale pulvinar'ın lateral, parçasının altında küçük bir yükselti oluşturur.



Şekil 7-1 Beynin horizontal kesitinde III. ve lateral ventriküllerin yukarıdan görünüşü.

Thalamus'un üst yüzü, medialde tela choroidea ve fornix'le, lateralde ependim ile örtülüdür ve lateral ventrikülün tabanının bir kısmını oluşturur. Thalamus'un üst yüzünün laterali kısmen lateral ventrikül'ün choroid pleksus'u ile örtülüdür (Şek. 7-1). Alt yüz arabeynin tegmentum'u ile devam eder (Şek. 7-3).

Thalamus'un medial yüzü, 3. ventrikül'ün lateral duvarının üst kısmını oluşturur ve genellikle **adhesio interthalamica** (interthalamik bağlantı) isimli gri cevher bandı ile karşı thalamus'a bağlıdır (Şek. 7-3).

Thalamus'un lateral yüzü capsula interna adı verilen çok önemli bir beyaz cevher bandı ile **nucleus lentiformis**'ten ayrılır (Şek. 7-1).

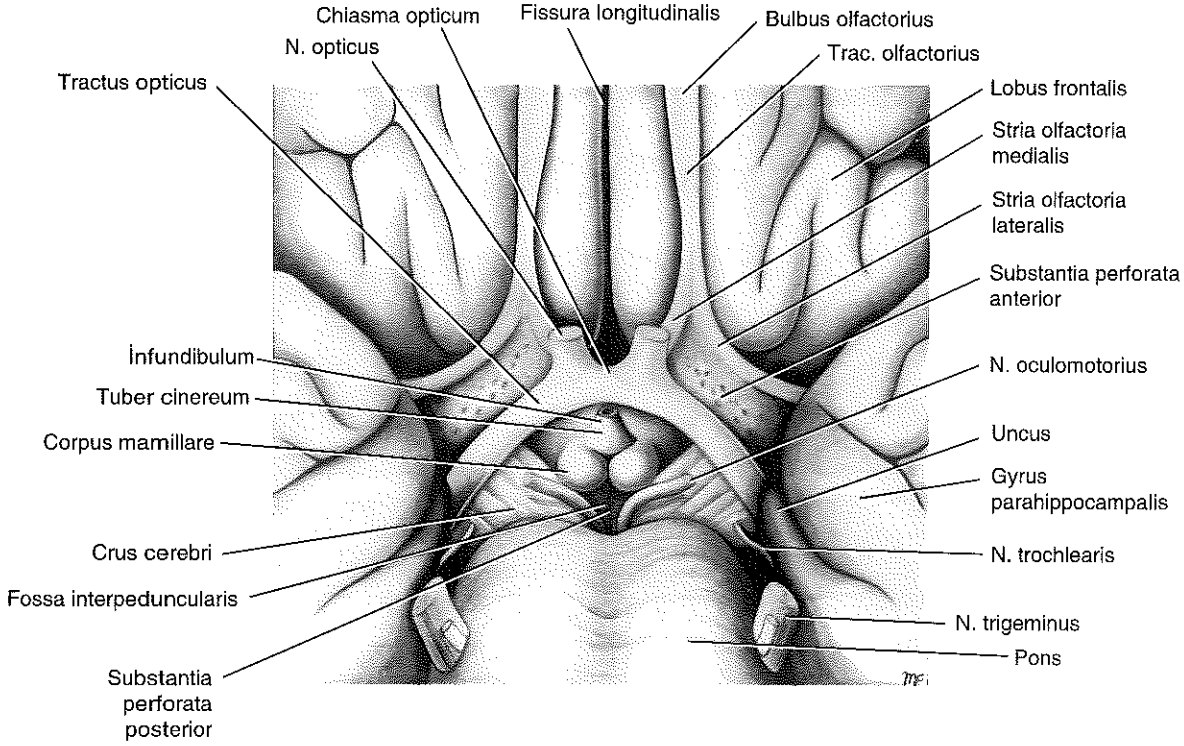
Thalamus'un bölümleri (Şek. 7-4) ve thalamik çekirdekler ve bağlantılarıyla ilgili detaylı açıklamalar sayfa 372'de verilmiştir.

Thalamus koku duyusu dışındaki ana duyu yollarını alan çok önemli bir hücre istasyonudur. Thalamus pek çok bilginin birleştirildiği ve bu bilgilerin serebral korteks ve pek çok başka subkortikal bölgeye gönderildiği bir istasyon olarak algılanabilir. Ayrıca viseral ve somatik fonksiyonların birleştirilmesinde de kilit rol oynar. Thalamus'un fonksiyonu hakkında daha fazla bilgi için sayfa 375'e bakınız.

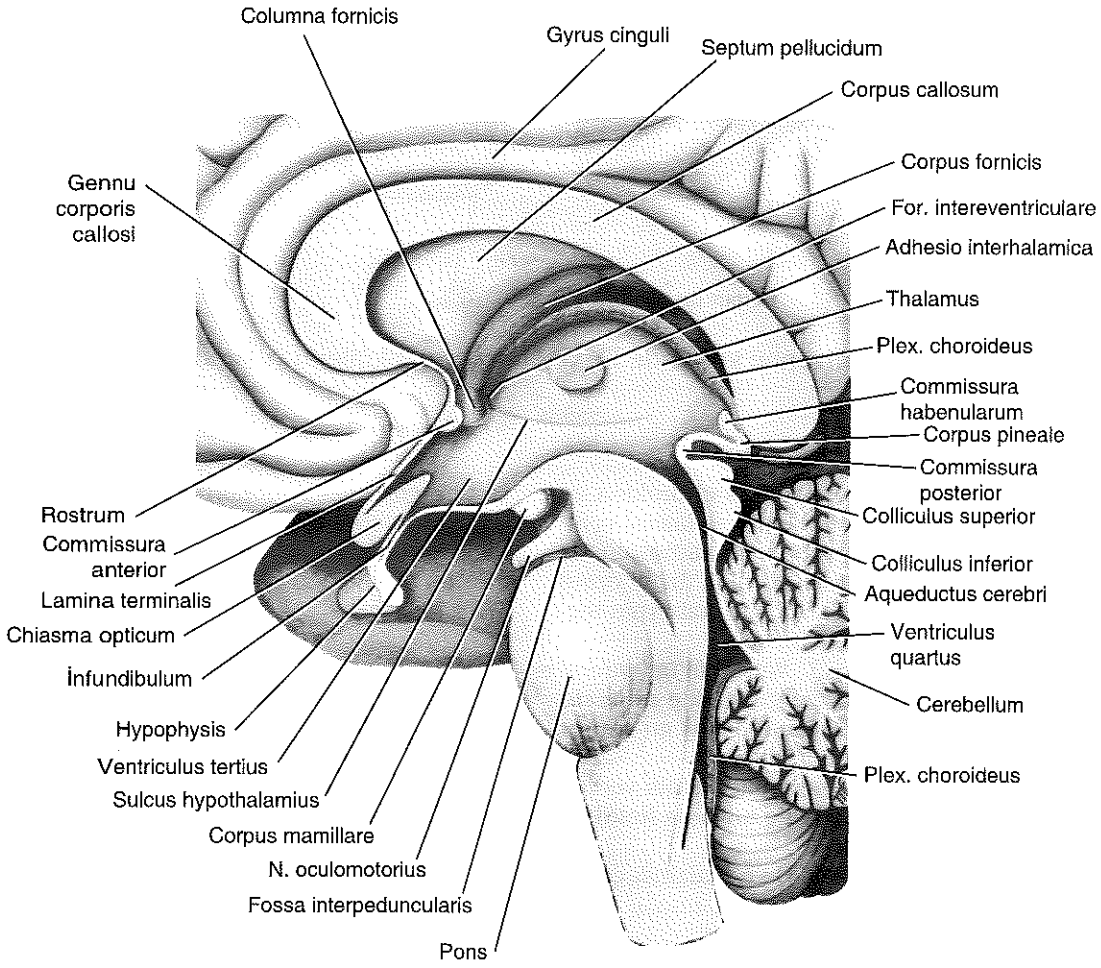
Subthalamus

Subthalamus, thalamus'un inferior'unda uzanır ve böylece thalamus ve ortabeyin'in tegmentum'u arasında yer alır. Kranio-medial'de hypothalamus ile ilişkilidir.

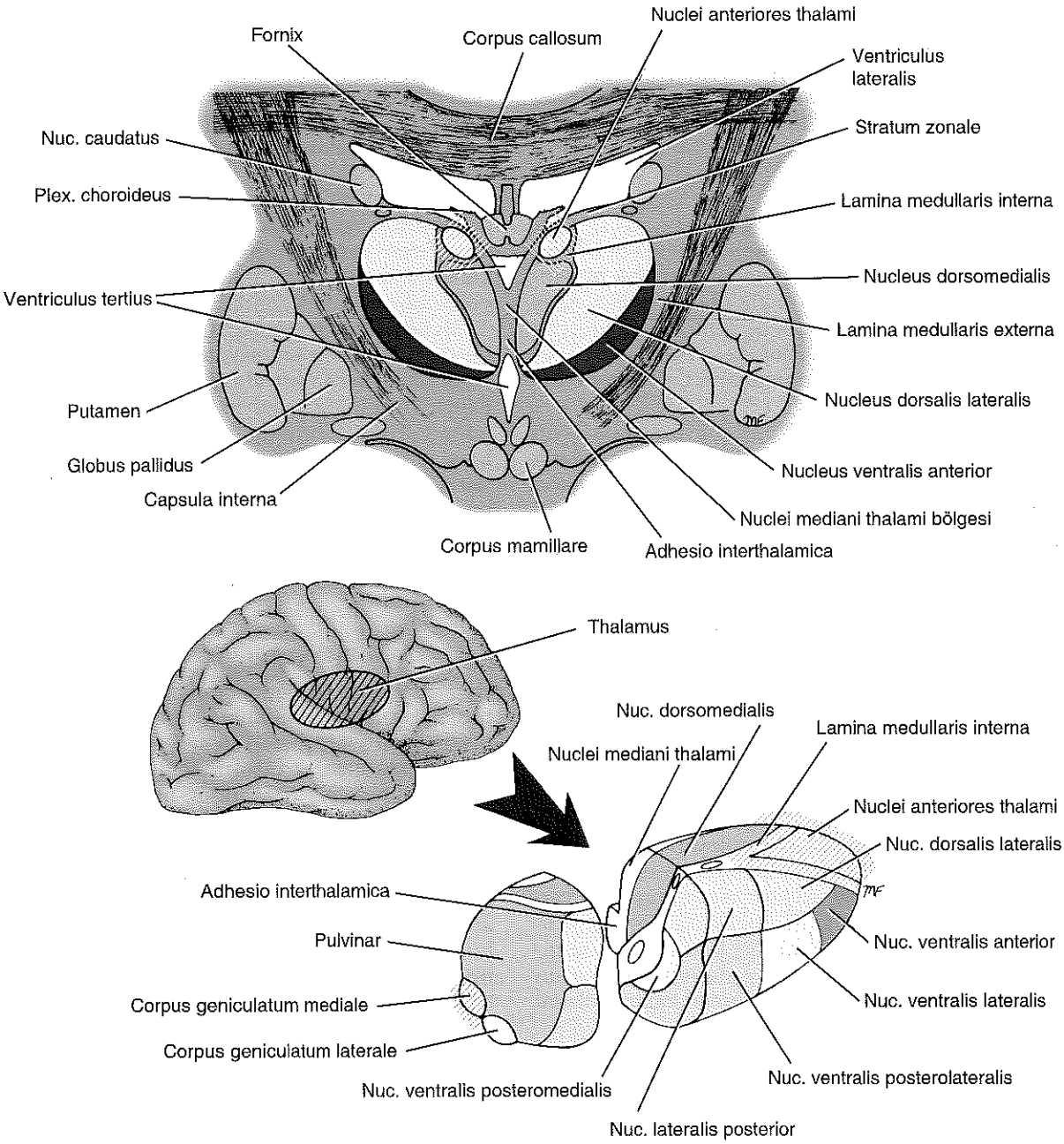
Subthalamus'un yapısı çok komplikedir ve burada yalnızca kısa bir tanımlama verilmiştir. Subthalamus'ta bulunan hücre grupları arasında **nucleus ruber** ve **substantia nigra**'nın kraniyal uçları bulunur. **Subthalamik çekirdek** bikonveks lens şeklindedir. Bu çekirdeğin corpus striatum ile önemli bağlantıları vardır (Bkz. s. 263) ve sonuç olarak kas aktivitesi kontrolünde etkisi vardır.



Şekil 7-2 Diencephalon'un bölümlerini gösteren beynin alt yüzüne ait resim.



Şekil 7-3 Diencephalon'un medial yüzünü gösteren beynin sagital kesiti.



Şekil 7-4 Thalamus'un çekirdekleri. **A:** Thalamus'un ön ucundan geçen transvers kesit. **B:** Thalamus'un sağ serebral hemisferdeki pozisyonunu ve talamik çekirdeklerin birbirleriyle olan göreceli ilişkilerini gösteren diagram.

Bununla birlikte subthalamus tegmentum'dan talamik çekirdeklere geçen çok sayıda önemli yol içerir: bunlardan bazıları medial, spinal ve trigeminal lemniscusların kraniyal uçlarıdır.

Epithalamus

Epithalamus habenular çekirdekler ve bağlantılarıyla pineal bezi içerir.

Habenular Çekirdek

Habenular çekirdek (nuclei habenulares) thalamus'un arka yüzüne hemen medial olarak yerleşmiş küçük bir nöron grubudur. Afferent lifleri, stria medullaris thalami aracılığıyla temporal lobdaki amygdaloid nucleus'tan alır (Bkz. s. 310); diğer lifler fornix aracılığıyla formatio hippocampi'den geçer. Stria medullaris thalami'nin bazı lifleri orta hattı geçer, karşı taraftaki habenular çekirdeğe ulaşır ve bu lifler comissura habenularis'i oluşturur (Şek.

7-3). Habenular çekirdekten çıkan aksonlar interpedinküler fossa tavanındaki interpedinküler çekirdeğe, ortabeyin'in tectum'una, thalamus'a ve ortabeyin'in formatio reticularis'ine geçer. Habenular çekirdeğin koku, viseral ve somatik duyu yollarının birleşme merkezi olduğuna inanılır.

Pineal Bez (Corpus Pineale)

Pineal bez, pineal sap ile diencephalon'a bağlı küçük, koni şeklinde bir yapıdır. Arkaya doğru uzanarak mesencephalon'un posterior'unda yer alır (Şek. 7-3, Bkz. Atlas Resim 8). Pineal sap'ın tabanı 3. ventrikül kavitesiyle devam eden bir çıkmaza sahiptir (Şek. 7-3). Sapın tabanının üst kısmı **comissura habenularis**'i, alt kısmı **commissura posterior**'u içerir.

Mikroskobik kesitte, pineal bez kapsülden başlayıp bezin içine doğru uzanan, bağ dokusundan septalarla tam olmayan bir şekilde lobüllere bölünmüş gözükür. Bezde **pinealositler** ve **glia hücreleri** olmak üzere iki tip hücre bulunur. Beyin kumu olarak bilinen kalsifiye olmuş materyal yaşla birlikte bezde artar (Şek. 7-5).

Pineal bezde hiç sinir hücresi yoktur; fakat superior servikal ganglion'dan gelen adrenerjik sempatik lifler beze girer ve kan damarları ve pinealositlerle beraber seyrederler.

Pineal Bezin Fonksiyonları

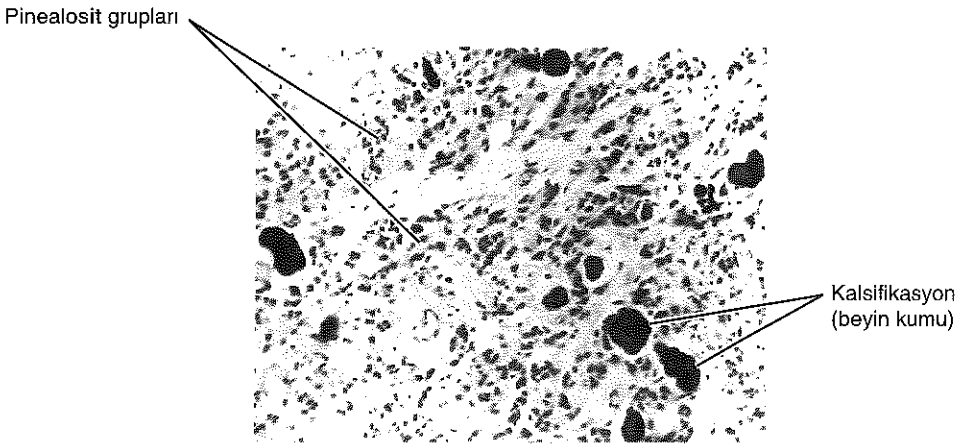
Pineal bezin önceleri az önemi olduğu düşünülürken, şimdi ise hipofiz bezinin, pankreas'ın Langerhans hücrelerinin, paratiroid bezlerinin, adrenal korteks ve medulla'nın ve gonadların aktivitelerini etkileyebilecek önemli bir endokrin bez olarak kabul edilmektedir. Pinealositler tarafından üretilen pineal salgılar hedef organlara kan akımı yada beyin omurilik sıvısı aracılığıyla ulaşırlar. Aktiviteleri esas olarak inhibitördür; ya hormonların üretimini direkt olarak inhibe ederler yada hipotalamus'tan salgılanan salgılatıcı faktörlerin salınımını indirekt olarak inhibe ederler. İlginç olarak pineal bezin kan-beyin bariyeri yoktur.

Hayvan çalışmalarında pineal aktivitenin ışıkla etkilenen sirkadiyan ritim gösterdiği kanıtlanmıştır. Bez en aktif karanlık süresince bulunmuştur. Olası sinir yolu retina'dan hipotalamus'un suprakiazmatik çekirdeğine, oradan mesencephalon'un tegmentum'una ve oradan da beze gelerek pineal bezin salgılarını stimüle eder. Yolun son kısmı, tr. reticulospinalis'i, medulla spinalis'in torakal kısmındaki sempatik çıkışı, superior servikal sempatik gangliyonu ve kan damarlarıyla pineal beze postgangliyonik sinir liflerini içerebilir.

Melatonin ve üretimi için gerekli olan enzimler pineal bezde yüksek konsantrasyonda bulunurlar. Melatonin ve diğer maddeler kana yada hipofiz bezinin ön lobuna geçtikleri 3. ventrikül'ün beyin-omurilik sıvısına salınırlar ve gonodotropik hormon'un salınımını inhibe ederler. İnsanlarda da hayvanlardaki gibi melatonin seviyesi karanlıkta artar ve gün içinde düşer. Buradan, pineal bezin üreme fonksiyonunun düzenlenmesinde önemli rol oynadığı anlaşılmaktadır.

Hypothalamus

Hypothalamus diencephalon'un chiasma opticum'dan başlayıp corpus mamillare'lerin caudal sınırına kadar uzanan parçasıdır (Şek. 7-2, ayrıca Bkz. Atlas Resim 8). 3. ventrikülün lateral duvarındaki sulcus hypothalamicus'un altında yer alır. Sonuç olarak görülmektedir ki anatomik yönden hypothalamus stratejik olarak limbik sisteme, thalamus'a, inen ve çıkan yollara ve hipofiz bezine yakın olarak yerleştirilmiş, beynin göreceli olarak küçük bir parçasıdır. Mikroskobik olarak hypothalamus gruplar yada çekirdekler olarak düzenlenmiş küçük sinir hücrelerinden meydana gelir. Bu çekirdeklerin düzenlenişi ve bağlantıları Bölüm 13'de tam olarak tanımlanmıştır.



Şekil 7-5 HE ile boyanmış pineal bez kesitinin fotomikrografı.

Fizyolojik olarak hypothalamus'tan etkilenmeyen vücut aktivitesi yok gibidir. Hypothalamus, otonomik sinir sistemi ve endokrin sistemi kontrol eder ve birleştirir, vücut homeostazının sürdürülmesinde önemli rol oynar. Vucut sıcaklığı, vücut sıvıları, yeme ve içme güdüsü, seksüel davranış ve duygulanımın düzenlenmesi gibi aktivitelerde rol alır.

Hypothalamus'un İlişkileri

Hypothalamus'un önünde yer alan chiasma opticum'dan lamina terminalis ve commissura anterior'a doğru öne uzanan alana **preoptik alan** denir. Kaudalde hypothalmus, mesencephalon'un tegmentum'u ile birleşir. Thalamus hypothalamus'un üstünde ve subthalamik bölgede inferolateralinde yer alır.

Aşağıda da açıklanacağı gibi hypothalamus önden arkaya doğru (1)chiasma opticum, (2) tuber cinereum ve infundibulum ve (3) corpus mamillare'lerle ilişkilidir.

Chiasma Opticum

Chiasma opticum 3. ventrikül'ün tabanı ve anterior duvarı'nın birleşim yerinde bulunan sinir liflerinin yassı bir demetidir (Şek. 7-2 ve 7-3, ayrıca Bkz. Atlas Resim 8). Üst yüzü **lamina terminalis**'e değer; alt tarafta diaphragma sellae ile ayrılmış **hypophysis cerebri** ile ilişkilidir. Chiasma opticum'un anterolateral köşeleri nervus opticus ile ve posterolateral köşeleride tractus opticus ile devam eder. Üst yüzünde **recessus opticus** denilen küçük bir çıkmaz yer alır.

Her retina'nın nazal yarısından çıkan liflerin, median düzlemi chiasma opticum'da çaprazlayarak karşı taraftaki tr. opticus'a girdiğini hatırlamak önemlidir.

Tuber Cinereum

Tuber cinereum alt yüzden görülen dış bükey bir gri cevher kütlesidir (Şek. 7-2 ve 7-3, ayrıca Bkz. Atlas Resim 8). Altta **infundibulum** ile devam eder. Infundibulum, deliklidir ve **hipofiz bezi**nin arka lobu ile devam eder. Eminentia mediana tuber cinereum'un infundibulum'a değen yükselen parçasıdır. **Eminentia mediana**, tuber cinereum ve hipofiz'in arka lobu (pars nervosa) nörohipofiz'i oluştururlar.

Corpus Mamillare

Corpus mamillare tuber cinereum'un arkasına yerleşmiş iki küçük yarım küremsi cisimlerdir (Şek. 7-2 ve 7-3, ayrıca Bkz. Atlas Resim 8). Myelinli sinir liflerinin kapsülü ile bağlanmış merkezi gri cevher çekirdeği içerirler. Mamiller cisimlerin arkasında küçük açıklıklarla delinmiş substantia perforata posterior isimli beyin alanı bulunur. Bu açıklıklardan a. cerebri posterior'un merkezi dalları geçer.

3. Ventrikül (Ventriculus Tertius)

3. ventrikül, ön beyin vezikül'ünden gelişmiş iki thalamus arasında yer alan dar ve uzun bir yarıktır (Şek. 7-1 ve 7-3, ayrıca. Bkz. Atlas Resim 5 ve 8). Önde interventriküler foramenlerle (Foramen Monro) **lateral ventrikül**lere; arkada **aquaeductus cerebri** ile 4. ventriküle bağlanır. 3. ventrikül'ün ön, arka, lateral, üst ve alt duvarları vardır ve ependim ile örtülüdür.

Ön duvar, ince bir gri cevher örtüsü olan, **lamina terminalis**'ten oluşur ve comissura anterior'la karşıya geçer (Şek. 7-3). Commissura anterior, iki taraftaki temporal lobları birbirine bağlayan fornix'in columna'sının önünde yer alan sinir liflerinden oluşan yuvarlak bir demettir.

Arka duvar, aquaeductus cerebri'nin açıklığı tarafından oluşturulur. Bu açıklığın üstünde küçük bir **commissura posterior** yer alır. Bu yapının üstünde pineal bezin sapına doğru **recessus pinealis** isimli çıkmaz bulunur. Bununda üstünde comissura habenularis yer alır.

Lateral duvar, üstte thalamus'un medial yüzü altta hypothalamus tarafından oluşturulur (Şek 7-3). Bu iki yapı **sulcus hypothalamicus** ile ayrılır. Bu duvarın üst sınırını **stria medullaris thalami** yapar. İki lateral duvar interthalamik bağlantı (adhesio interthalamica) ile bağlıdır.

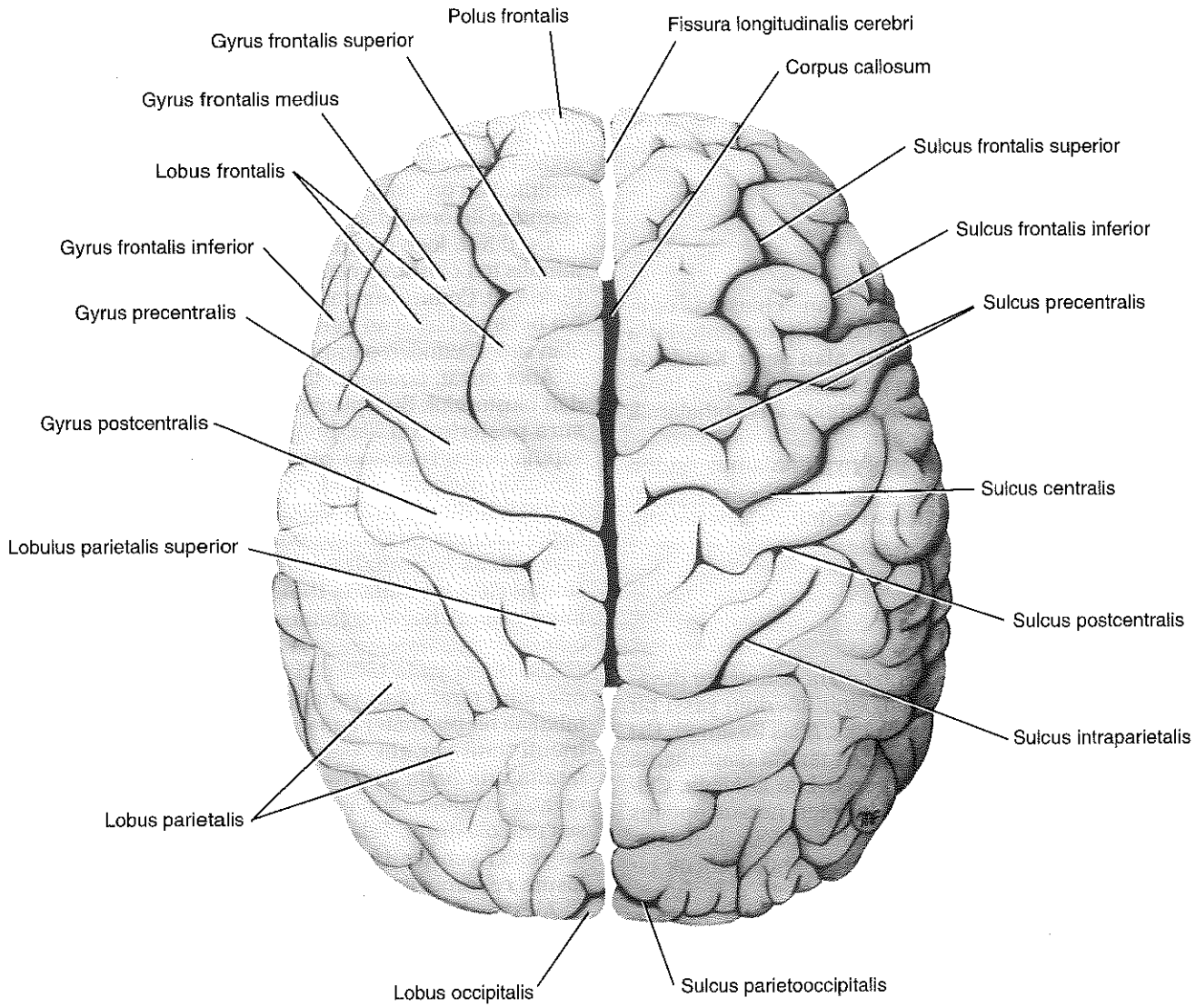
Üst duvar yada tavan, ventrikülün içini de döşeyen ependim tarafından yapılır. Bu tabakanın üstünde iki tabakalı bir pia mater katlantısı olan tela choroidea ventriculi tertii yer alır. Damarsal tela choroidea her iki tarafta orta hatta aşağıya doğru ilerleyerek ependimal tavana invajine olur ve 3. ventrikül'ün choroid pleksus'unu oluşturur. Tela choroidea içinde internal serebral venler yer alır. Üstte ventrikül'ün tavanı corpus callosum ve fornix ile ilişkilidir.

Alt duvar yada taban, chisma opticum, tuber cinereum, infundibulum ve onun huni şekilli çıkmazı ve mamiller cisimlerden oluşur (Şek. 7-2 ve 7-3). Hipofiz bezi infundibulum'a tutunur. Bu yapıların arkasında serebral pedikküllerin tegmentumu yer alır.

Ventriküler sistem Bölüm 16'da tam olarak anlatılmıştır.

Serebral Hemisferlerin Genel Görünümü

Serebral hemisfer (hemispherium cerebri)'ler beynin en büyük bölümüdür ve **fissura longitudinalis cerebri** olarak adlandırılan derin bir ortahat yarığı ile birbirlerinden ayrılırlar (Şek. 7-6 ayrıca bkz. Atlas Resim 1). Yarık içinde **falx cerebri** denen orak şeklinde dura mater kıvrımı ile **a. cerebri anterior**'lar yer alır. Yarığın derinliğinde büyük kommisur olarak bilinen **corpus callosum**, orta hattı çaprazlayarak hemisferleri birbirine bağlar (Şek. 7-6). Dura mater'in ikinci horizontal bir plikası (uzantısı) serebral hemisferleri beyincikten ayırır ve **tentorium cerebelli** olarak adlandırılır.



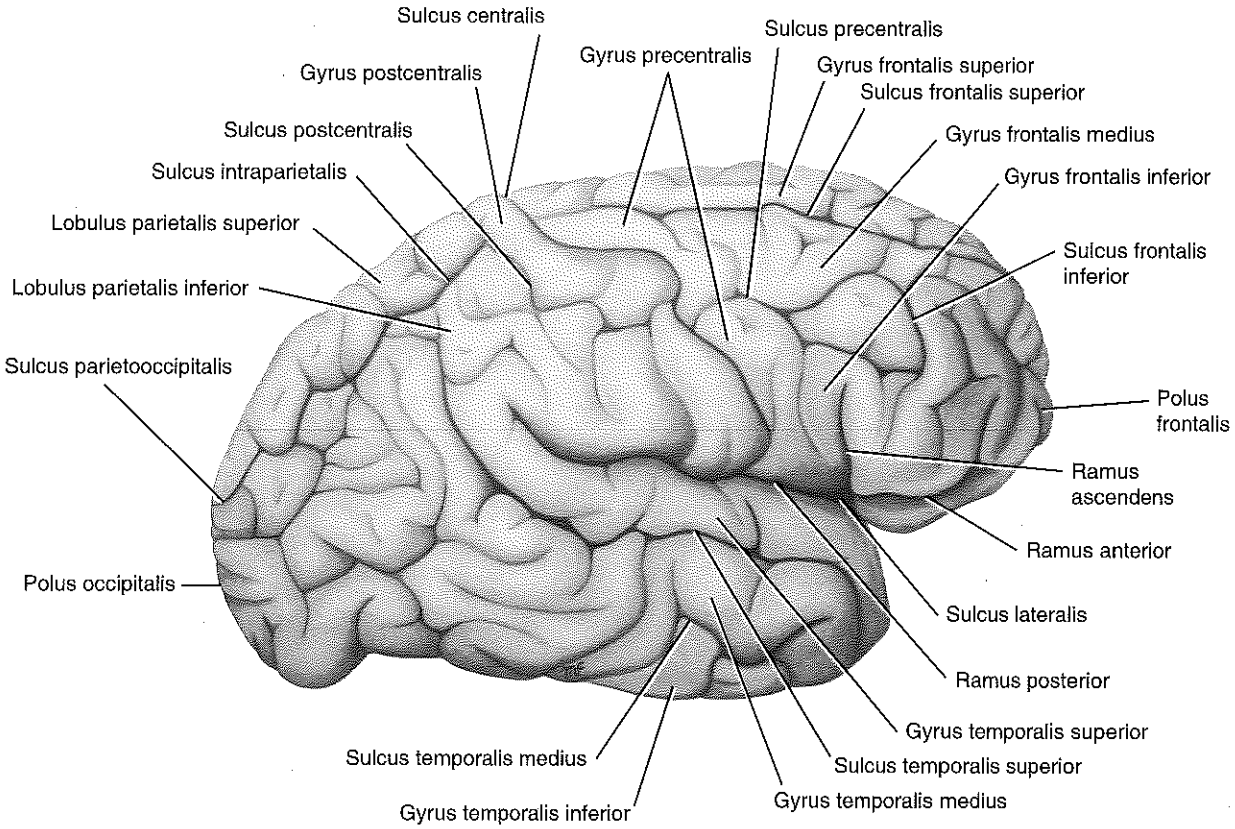
Şekil 7-6 Serebral hemisferlerin üstten görünüşü.

Serebral korteks yüzeyini maksimum olarak arttırmak için herbir hemisferin yüzeyi, birbirinden **sulci** veya fissurae ile ayrılan **gyri** veya kıvrıntılara bölünmüştür (Bkz. Şek. 7-6). Kolay tanımlanabilmesi için herbir hemisfer adet olduğu üzere, altında yer aldığı ilgili kafa kemiğine göre loblara (**lobi**, tekil= **lobus**) bölünür. **Sulcus centralis, sulcus lateralis, sulcus parieto-occipitalis, lobus frontalis, lobus parietalis, lobus temporalis** ve **lobus occipitalis**'e ayırmada kullanılan sınırlardır (Şek. 7-7, bkz. ayrıca Şek. 7-11).

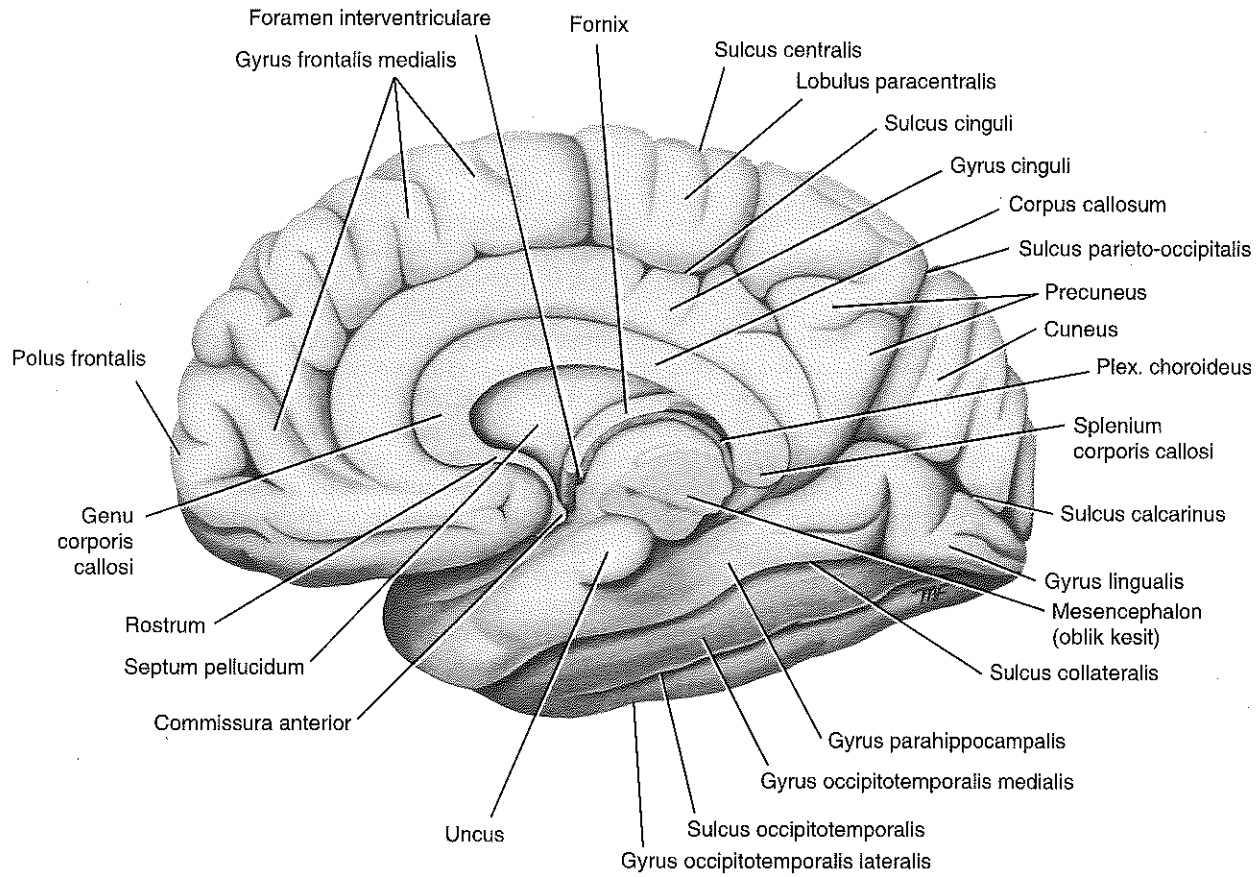
Temel Sulcus'lar

Sulcus centralis (Şek. 7-7 ayrıca Bkz. Atlas Resim 3) büyük öneme sahiptir; çünkü önünde yer alan girus vücudun karşı tarafının hareketlerini başlatan motor nöronları içerir; arkasında ise vücudun karşı yarısından gelen duysal bilgileri alan genel duysal korteks yer alır. Sulcus centralis hemisferin superomedial kenarının (margo superior) orta noktasının yaklaşık 1 cm arkasından başlar (Şek. 7-8). Aşağı ve öne doğru seyrederek hemisferin lateral yüzünü (facies supero-lateralis) çaprazlar ve alt ucu sulcus lateralis'in ramus posterior'undan dar bir korteks kitlesi ile ayrılır. Sulcus centralis, margo superior'dan başlayan ve iki paralel girus arasında yer alarak hemisferin superolateral yüzü üzerinde belli bir mesafe uzanan tek sulcustur.

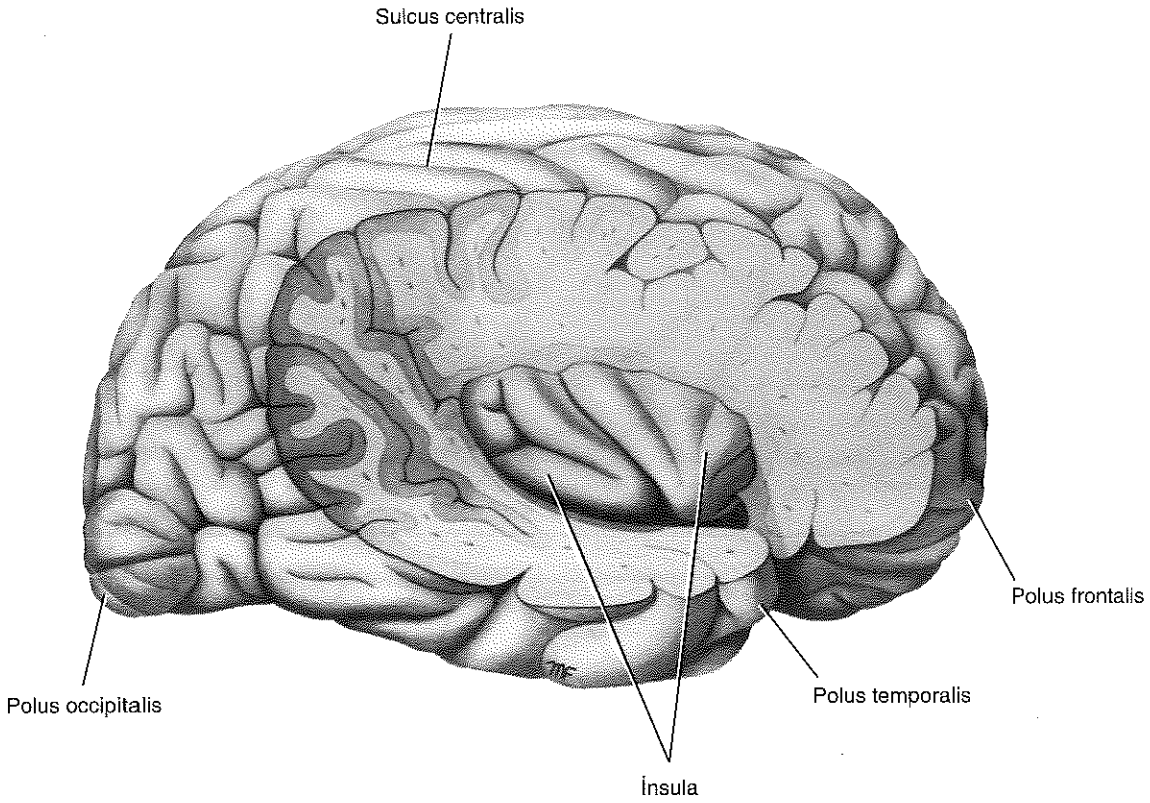
Sulcus lateralis (Şek. 7-7 ayrıca Bkz. Atlas Resim 3) esas olarak serebral hemisferin facies inferior ve facies superolateralis'inde yer alan derin bir yarıktır. Üç dala ayrılan kısa bir kök (ana yarık) sahiptir. Kök (ana yarık) alt yüzden başlar, superolateral yüze ulaşır; burada **ramus anterior**, (anterior horizontal), **ramus ascendens** (anterior ascendens)'e ayrılır ve ramus posterior olarak uzanır



Şekil 7-7 Sağ serebral hemisferin dışandan görünüşü.



Şekil 7-8 Sağ serebral hemisferin içyandan görünümü.



Şekil 7-9 Sağ serebral hemisferin sağ insula'yı ortaya çıkaracak şekilde disseke edildikten sonra dışyandan görünümü.

(Şek. 7-7, 7-10). Insula olarak adlandırılan korteks bölümü sulcus lateralis'in derinliğinde yer alır ve oluğun dudakları ayrılmadan yüzeyden görülemez.

Sulcus parieto-occipitalis, polus occipitalis'in yaklaşık 5 cm önünde hemisferin margo superior'undan başlar (Şek. 7-8, 7-10 ayrıca Bkz. Atlas Resim 3). Hemisferin medial yüzünde sulcus calcorinus'a bağlanmak üzere öne ve aşağıya doğru uzanır (Bkz. Şek. 7-8).

Sulcus calcarinus hemisferin iç yüzünde yer alır (Şek. 7-8 ve 7-10 ayrıca Bkz. Atlas Resim 3). Corpus callosum'un arka ucunun altından başlar; yukarıya ve arkaya doğru kavisli şekilde seyrederek sonlandığı oksipital uca (polus occipitalis) ulaşır. Bazı beyinlerde, bununla beraber kısa bir mesafe lateral yüzde devam eder. Sulcus calcarinus, orta bölümüne yakın bir noktada parietooksipital olukça dik açı ile birleşir.

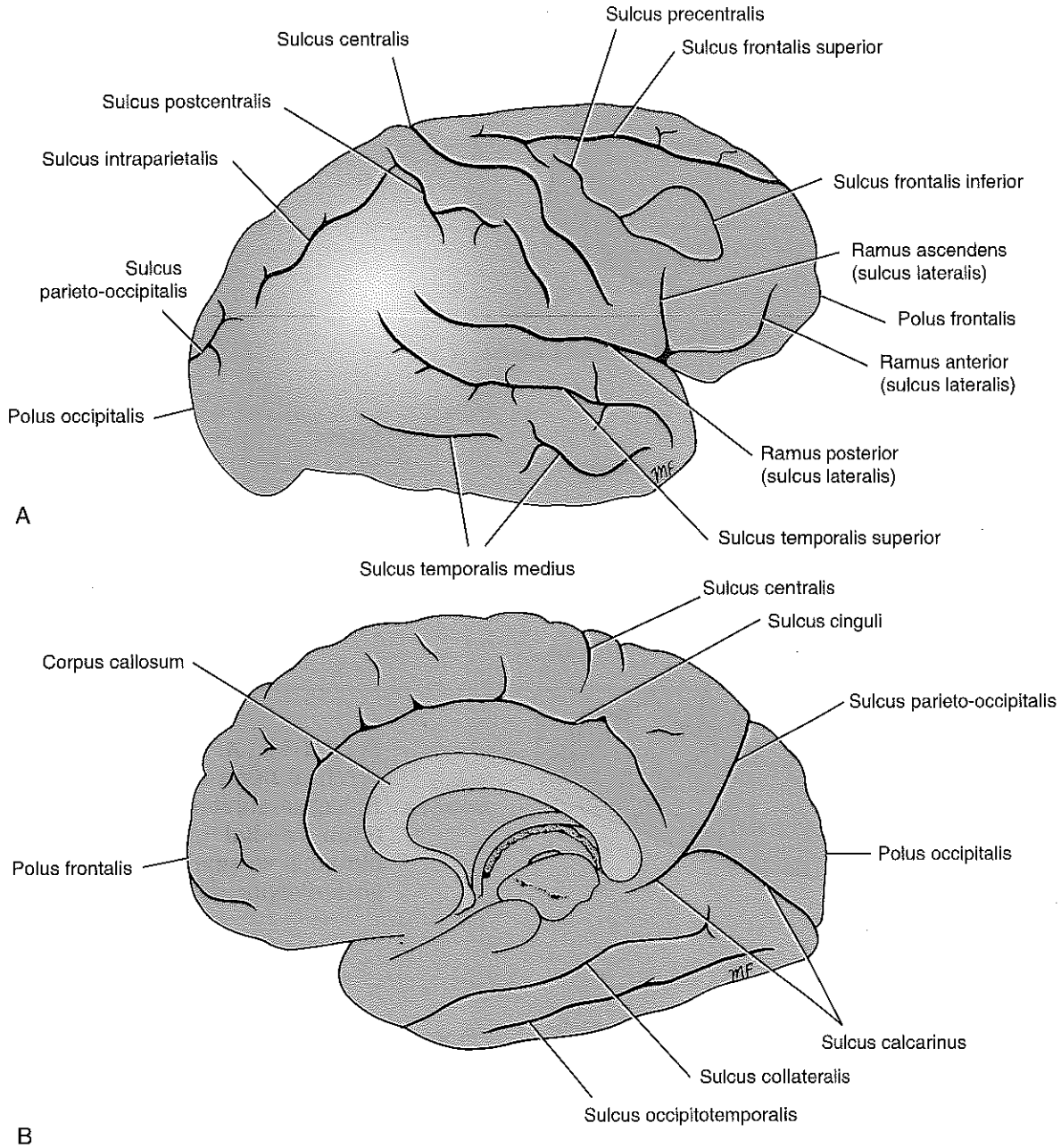
Serebral Hemisferin Lobları

Facies Superolateralis Hemispherii Cerebri (Atlas Resim 3)

Lobus frontalis, sulcus centralis'in önünde ve sulcus lateralis'in üst tarafındaki alanda yeralır (Şek. 7-10, 7-11). Frontal lobun superolateral yüzü üç sulkusla dört girusa bölünmüştür. **Sulcus precentralis** sulcus centralis'in önünde ona paralel olarak seyreder ve **gyrus precentralis** bunlar arasında yer alır (Şek. 7-7 ve 7-10). Sulcus precentralis'ten öne doğru **sulcus frontalis superior** ve **sulcus frontalis inferior** uzanır. **Gyrus frontalis superior**, sulcus frontalis superior'un üst tarafında yer alır; **gyrus frontalis medius,** superior ve inferior frontal sulkuslar arasında ve **gyrus frontalis inferior**, inferior frontal sulcus'un aşağısında yer alır (Şek. 7-7, 7-10).

Lobus parietalis, sulcus centralis'in arkasında ve sulcus lateralis'in üst tarafında yer alır; arkada sulcus parietoocipitalis'e kadar uzanır (Şek. 7-7, 7-11). Parietal lobun lateral yüzü iki sulkusla üç girusa ayrılır. Sulcus postcentralis, sulcus centralis'in arkasında ve ona paralel olarak uzanır; gyrus postcentralis bu iki sulkus arasında yer alır. Sulcus postcentralis'in ortasından arkaya doğru **sulcus intraparietalis** uzanır (Şek. 7-7, 7-10). Sulcus intraparietalis'in üst tarafında **lobulus** (gyrus) **parietalis superior**, aşağısında **lobulus parietalis inferior** yer alır.

Lobus temporalis, sulcus lateralis'in aşağısında bulunur (Şek. 7-7 - 7-11). Temporal lobun lateral yüzü iki olukla üç girusa ayrılır. Sulcus **temporalis superior** et **inferior**, sulcus lateralis'in ramus posterior'una paralel seyrederler ve **temporal lobu gyrus** temporalis **superior, medius** ve **inferior**'a ayırırlar. Gyrus temporalis inferior, hemisferin alt yüzünde devam eder (Bkz. Şek. 7-7 ve 7-10).



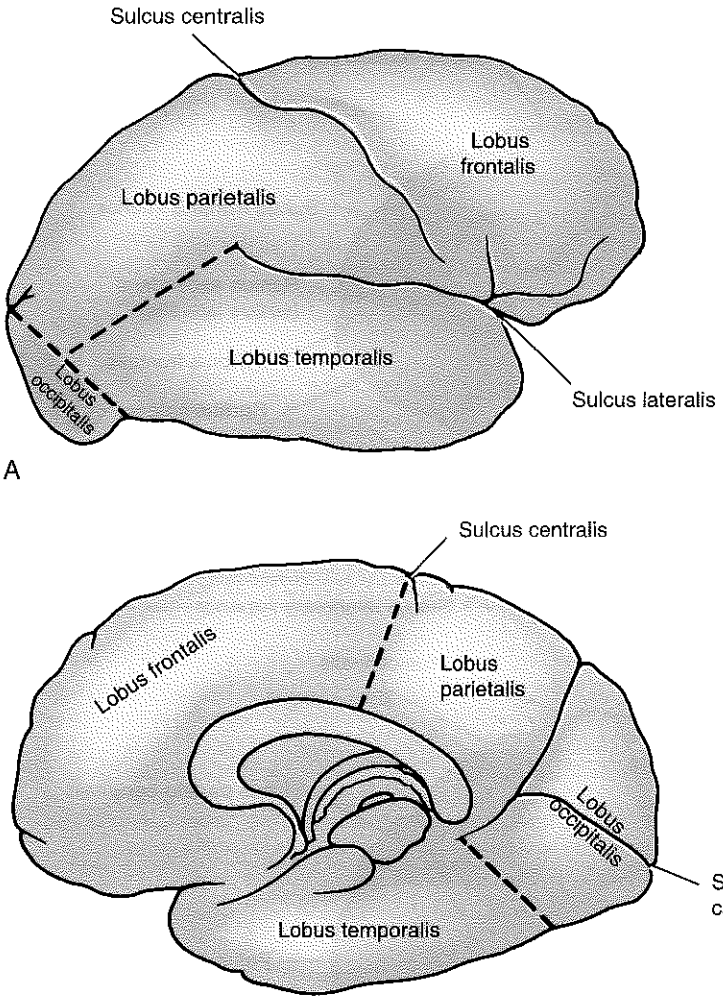
Şekil 7-10 **A:** Temel sulkusların gösterildiği sağ serebral hemisferin dışyandan görünümü. **B:** Temel sulkusların gösterildiği sağ serebral hemisferin içyandan (medial) görünümü.

Lobus occipitalis, parietooksipital oluğun arkasında küçük bir bölgeyi kapsar (Şek. 7-7, 7-11).

Facies Medialis ve Inferior Hemispherium Cerebri (Atlas Resim 3, 6 ve 8)

Serebral hemisferin lobları, medial ve inferior yüzlerden tümüyle tanımlanamaz. Bununla beraber, bilinen birçok önemli bölgeler yer alır. Beynin en büyük kommisürü olan corpus callosum bu yüzde dikkati çeken bir oluşumdur (Şek. 7-8 ve 7-10). **Gyrus cinguli**, **corpus callosum**'un ön ucunun aşağısından başlar; corpus callosum'un üzerinde onun arka ucuna erişinceye kadar devam eder (Şek. 7-8 ve 7-10). Gyrus, corpus callosum'dan **sulcus corporis callosi** ile ayrılır. Gyrus cinguli ile gyrus frontalis superior arasında **sulcus cinguli** uzanır (Bkz. Şek. 7-10).

Lobulus paracentralis, margo superior'da sulcus centralis tarafından bölünen serebral korteks bölümüdür (Şek. 7-8, 7-10). Bu lobulün ön bölümü supero lateral yüzdeki gyrus precentralis'in; arka bölümü gyrus postcentralis'in iç yüzdeki devamıdır.



Şekil 7-11 **A:** Lobların gösterildiği sağ serebral hemisferin lateral görünümü. **B:** Sağ serebral hemisferin loblarını gösteren medial görünümü. Sulkusların olmadığı ve sınırların kesintili çizgilerle gösterildiğine dikkat ediniz.

Precuneus (Şek. 7-8, 7-10), önde sulcus cinguli'nin yukarı dönen arka ucu, arkada ise sulcus parieto-occipitalis ile sınırlanan korteks bölümüdür.

Cuneus (Şek. 7-8 ve 7-10), yukarıda sulcus parieto-occipitalis, aşağıda sulcus calcarinus, arkada ise margo superior ile sınırlanan trianguler korteks bölümüdür.

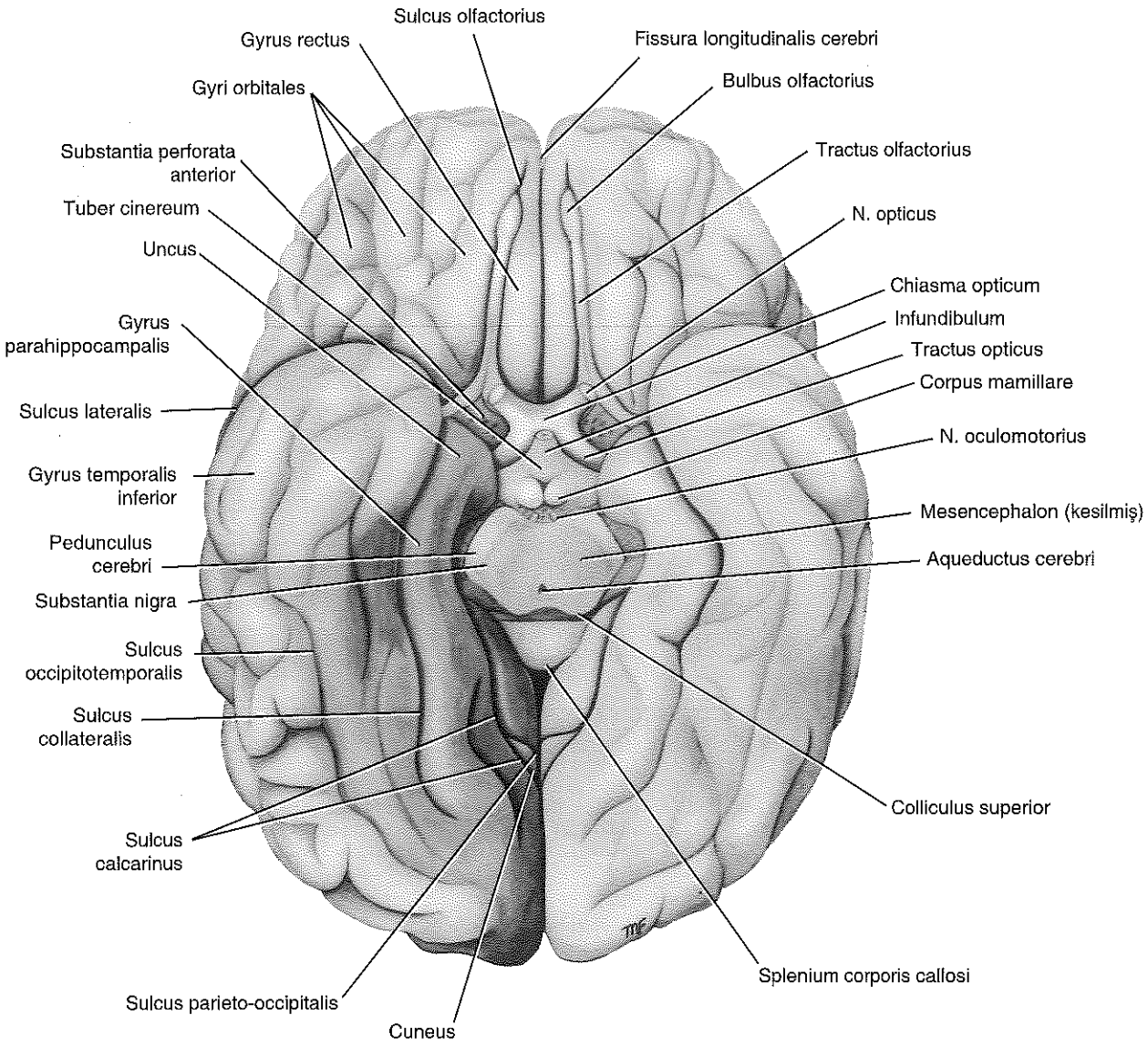
Sulcus collateralis, hemisferin içyüzünde yer alır (Şek. 7-8, 7-12). Sulcus calcarinus'un aşağısından öne doğru uzanır. Sulcus collateralis ve **sulcus calcarinus** arasında **gyrus lingualis** bulunur. **Gyrus parahippocampalis** gyrus lingualis'in önündedir ve önde çengel şeklinde **uncus** olarak sonlanır (Şek. 7-12).

Gyrus occipitotemporalis medialis, polus occipitalis'ten polus temporalis'e uzanır (Şek. 7-12). Medialde **sulcus collateralis** ve **sulcus rhinalis**, lateralde **sulcus occipitotemporalis** tarafından sınırlanır. **Gyrus occipitotemporalis** sulcus'a lateral olarak uzanır ve gyrus temporalis inferior ile devam eder (Şek. 7-12).

Frontal lobun alt yüzünde bulbus olfactorius ve tractus olfactorius, **sulcus olfactorius** olarak adlandırılan bir olukta yer alır. Sulcus olfactorius'un içyanında **gyrus rectus**, dışyanında **gyri orbitales** bulunur (Şek. 7-12).

Serebral Hemisferlerin İç Yapısı (Atlas Resim 4 ve 5)

Serebral hemisferler, yapısı ve işlevleri Bölüm 15'de anlatılan gri madde tabakası ile kaplıdır. Serebral hemisferlerin içinde **lateral ventriküller**, gri madde yapıları olan **bazal çekirdekler** ve sinir lifleri yer alır. Sinir lifleri, nöroglia içinde gömülüdür ve ak madde'yi (substantia alba) oluştururlar.



Şekil 7-12 Beyinin alttan görünümü; medulla oblongata, pons ve cerebellum çıkartılmıştır.

Lateral Ventriküller (Ventriculi Laterales)

Herbir serebral hemisferde bir tane olmak üzere iki lateral ventrikül (ventriculus lateralis) vardır. Her ventrikül kabaca C-şeklinde, ependimle kaplı ve içi likör serebrospinalis'le (liquor cerebrospinalis) dolu boşluktur (Şek. 7-13 ve 7-14). Lateral ventrikül, parietal lobda yer alan **pars centralis (corpus)** ile frontal, temporal ve oksipital lobların içine uzanan **cornu anterius**, inferius ve posterius'a bölünebilir. Lateral ventrikül, **foramen interventriculare** aracılığı ile üçüncü ventrikülün boşluğuna bağlanır (Şek. 7-8 ve 7-14). Bu delik lateral ventrikülün içyan duvarının ön bölümündedir ve önden fornix'in columna fornicis'i, arkadan ise talamusun ön ucu ile sınırlanır.

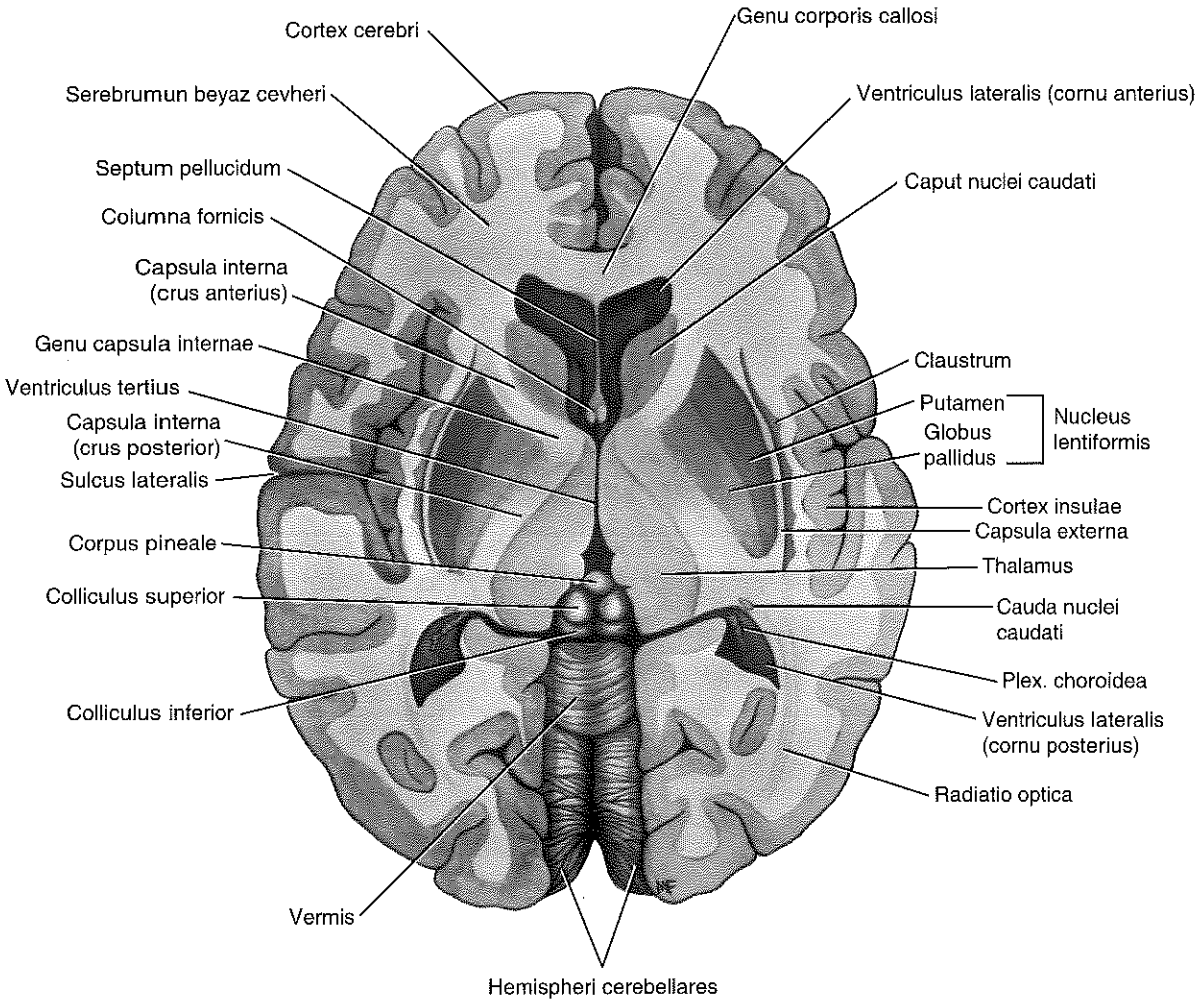
Bazal Çekirdekler (Nuclei Basales)

Bazal çekirdekler (nuclei basales) terimi, herbir hemisfer içinde yerleşmiş gri madde topluluklarını belirtmek için kullanılır. Bunlar corpus striatum, corpus amygdaloideum ve claustrum'dur.

Corpus Striatum

Corpus striatum talamus'un dış yanında yer alır. Sinir liflerinin bir demeti olan **capsula interna** tarafından, nuc. caudatus ve nuc. lentiformis'e ayrılır (Şek. 7-13 ve 7-18).

Nucleus caudatus, talamusun lateralinde, lateral ventrikülle sıkı komşu, büyük bir C-harfi şekinde gri madde



Şekil 7-13 Nucleus lentiformis, nuc. caudatus, thalamus ve capsula interna arasındaki ilişkiyi gösteren serebrumun horizontal kesitinin üstten görünüşü.

kitlesidir (Şek. 7-15). Nucleus'un lateral yüzü onu nuc. lentiformis'ten ayıran capsula interna ile komşudur.

Nucleus lentiformis, geniş konveks tabanı lateralde, tepesi medialde yer alan kama şeklinde bir gri madde kitlesidir (Şek. 7-13, 7-15). Hemisferin derinliğinde gömülmüş olup medialde kendisini nuc. caudatus ve talamustan ayıran capsula interna ile komşudur. Nucleus lentiformis lateralde, capsula externa adını alan ince bir ak madde bandı ile claustrum olarak adlandırılan gri madde bandından ayrılmıştır (Şek. 7-13). **Claustrum** ayrıca **capsula externa**'yı insula'nın subkortikal ak maddeden ayırır. Aşağıda onun ön ucu nuc. caudatus'la devam eder.

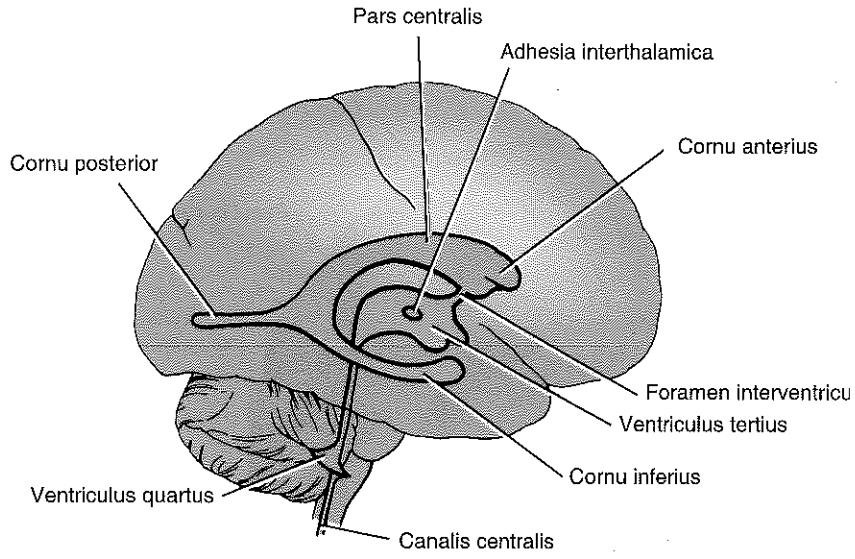
Corpus striatum'un ayrıntılı yapı ve bağlantıları Bölüm 10'da ele alınmıştır. Kısaca belirtilebilirki corpus striatum serebral korteksin farklı bölümlerinden, talamus, subtalamus ve beyin sapından afferentler alır. Efferent lifler daha sonra sinir sisteminin aynı bölümlerine geri döner. Corpus striatum'un işlevi beyin sapı ve omuriliğe doğrudan inen yollardan ziyade serebral korteks tarafından kontrol edilen kas hareketleri ile ilgilidir.

Corpus Amygdaloideum (Amigdaloid Çekirdek)

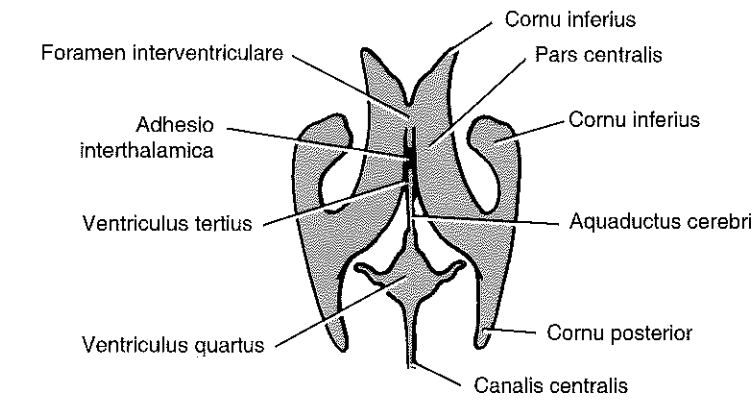
Corpus amygdaloideum, temporal lobda uncus'a yakın olarak yer alır (Şek. 7-15). Amigdaloid çekirdek, limbik sistemin bir bölümü kabul edilir ve Bölüm 9'da anlatılmıştır (Bkz. s. 310).

Claustrum

Clastrum, nuc lentiformis'in lateral yüzünden **capsula externa** ile ayrılan ince bir gri madde tabakasıdır (Şek. 7-13). Claustrum'un dış yanında, insula'nın subkortikal ak maddesi bulunur. Claustrum'un işlevleri bilinmemektedir.



A



B

Şekil 7-14 Beyinin ventriküler boşlukları. **A:** Lateral görünüm. **B:** Üstten görünüm.

Serebral Hemisferlerin Ak Maddesi

Ak madde (substantia alba), nöroglialar ile desteklenen değişik çaplardaki sinir liflerinden oluşur. Sinir lifleri bağlantılarına göre üç gruba ayrılır: (1) fibrae commissurales telencephali, (2) fibrae associationis telencephali, (3) fibrae projectiones telencephali.

Fibrae Commissurales (Kommisural Lifler)

Bu lifler, esas olarak iki hemisferin aynı bölgelerini birbirine bağlar. Bunlar corpus callosum, commissura anterior, commisura posterior, fornix ve commisura habenularis'tir.

Corpus callosum, beyin hemisferlerini birbirine bağlayan en büyük kommissurdur (Şek. 7-8, 7-16 ayrıca Bkz. Atlas Resim 8). Longitudinal fissürün tabanında yer alır. Tarifsel amaçlar için rostrum, genu, truncus ve splenium olarak dört bölüme ayrılır.

Rostrum, arkaya doğru uzayarak lamina terminalis'in üst ucu ile devam eden, corpus callosum'un ön ucunun ince bölümüdür (Şek. 7-8).

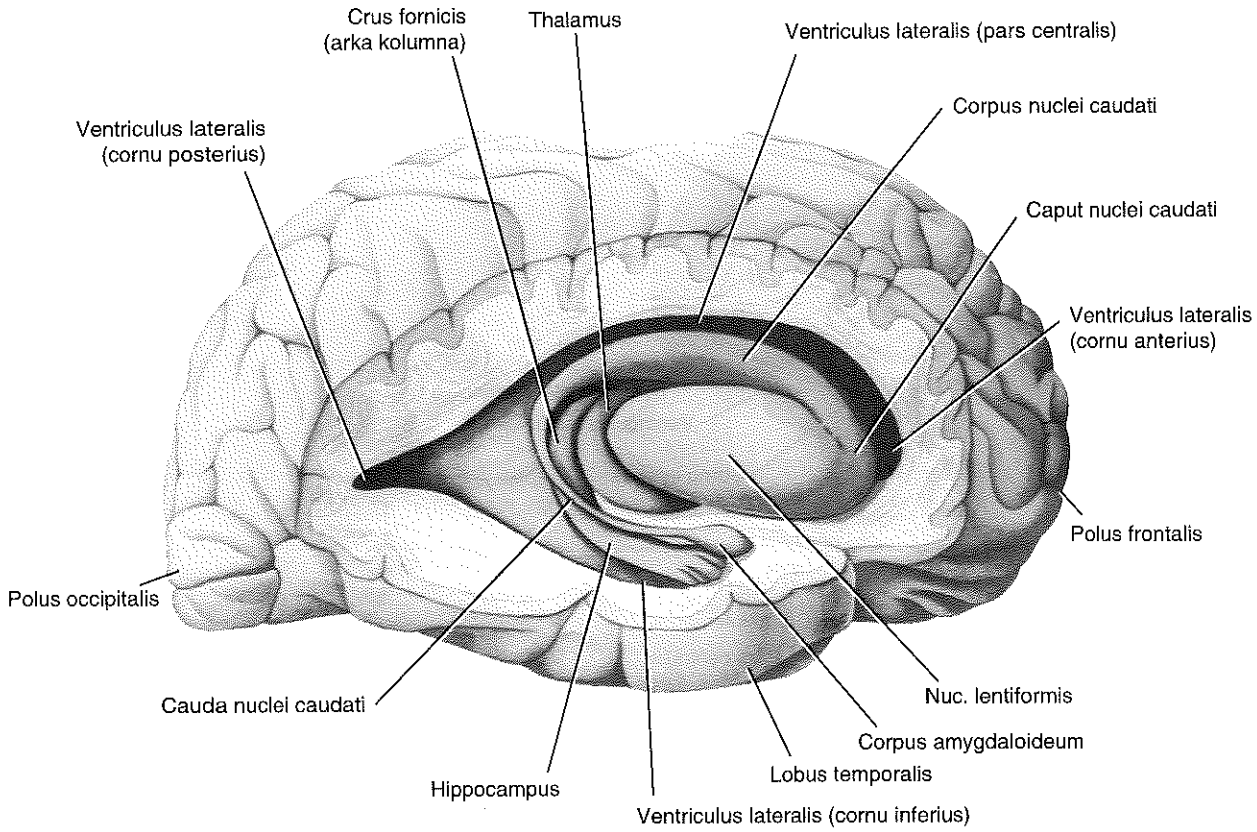
Genu, septum pellucidum'un önünde aşağıya doğru bükülen, corpus callosum'un kavisli ön ucudur (Şek. 7-8, 7-16).

Corpus callosum'un **truncus**'u (gövde) arkaya doğru kemer yaparak uzanır ve kalınlaşır **splenium** adı verilen arka bölüm olarak sonlanır (Şek. 7-16).

Dışyana ve sonra da öne doğru uzanan genu lifleri frontal lob içine girerek **forceps minor**'u oluştururlar (Şek. 7-16). Trunkusun lifleri, **radiatio corporis callosi** şeklinde dışyana doğru uzanır (Şek. 7-16). Bunlar assosiasyon ve projeksiyon lifleri ile keşişerek cortex cerebri'ye geçerler. Liflerin bazıları, lateral ventrikülün cornu posterius'unun dışyan duvarı ve tavanını, cornu inferius'un ise dışyan duvarını oluştururlar; bu lifler **tapetum** olarak adlandırılır. Laterale ilerleyen lifler splenium bölümünde arkaya doğru bükülürler ve oksipital loba girerek **forceps major**'u oluştururlar (Şek. 7-16).

Commissura anterior, lamina terminalis'te orta hattı çaprazlayan küçük bir sinir lifi demetidir (Şek. 7-8). Dışyana doğru uzadıkça, daha küçük olan ön bölümü (pars anterior) her iki tarafta öne doğru bükülerek substantia perforata anterior ve tractus olfactorius'a doğru uzanır. Daha büyük olan pars posterior'u her iki tarafta arkaya doğru bükülerek temporal loblara ulaşmak üzere nuc. lentiformis'in alt yüzünü oluklandırır.

Commissura posterior, aqueductus cerebri'nin ventriculus tertius'a (III. ventrikül) açılma deliğinin hemen



Şekil 7-15 Nucleus lentiformis, nuc. caudatus, thalamus ve hippocampus'un konumunu görmek amacı ile disseke edilmiş sağ serebral hemisferin dışyandan görünümü.

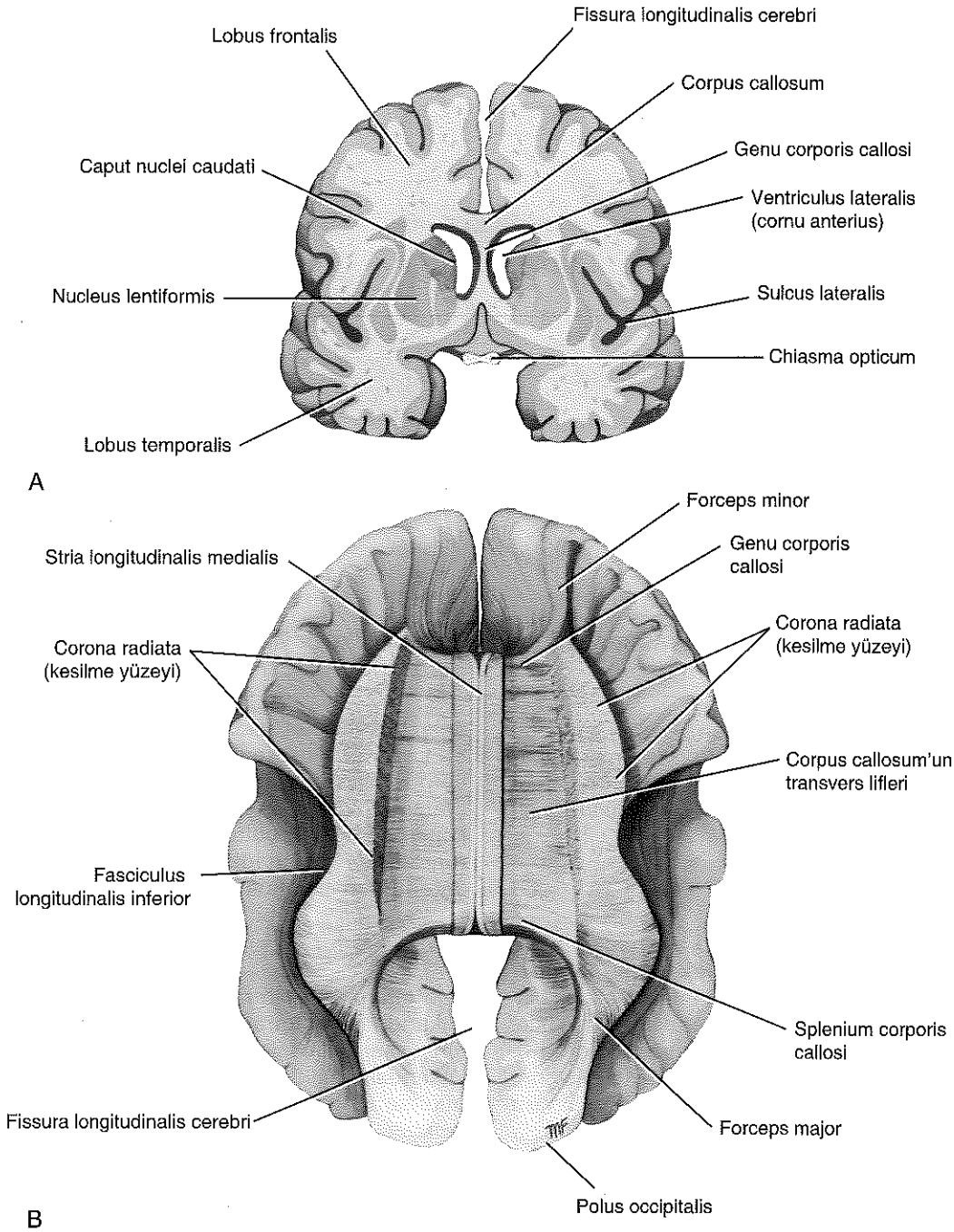
üst tarafında orta hattı çaprazlayan sinir liflerinin bir demetidir (Şek. 7-3); bu demet pineal bezin sapının alt bölümüne komşudur. Commissura posterior'un uzunluğu boyunca çeşitli sinir hücre toplulukları bulunur. Sinir liflerinin birçoğunun fonksiyonel önemi ve gruplanması bilinmemektedir. Bununla beraber, pupilla ışık refleksinde rol alan pretektal çekirdekten çıkan liflerin, okulomotor çekirdeklerin parasempatik bölümüne, bu kommisurdan karşı tarafa geçerek ilerlediklerine inanılır.

Fornix, hipotalamusun mamiller cisimlerine (corpus mamillare) ulaşan ve hippocampus'un efferent sistemini oluşturan miyelinli sinir liflerinin bir demetidir. Sinir lifleri önce hipokampusun ventriküler yüzünü saran ince bir beyaz madde tabakası olan **alveus**'u oluştururlar; daha sonra **fimbria**'yı oluşturmak üzere toplanırlar. Kalınlıkları artan iki tarafın fimbriaları, hipokampusun arka ucuna eriştiklerinde crus fornicis'i oluşturmak üzere corpus callosum'un aşağısında ve talamusun üzerinde öne doğru bükülürler. İki krus daha sonra corpus fornicis'i oluşturmak üzere orta hatta birbirleriyle birleşirler (Şek. 7-17). Fornix'in ayrıntılı anlatımı sayfa 310'de verilmiştir. Commissura fornicis, **corpus fornicis**'in oluşumundan önce bir krustan diğerine orta hattı çaprazlıyarak geçen transvers seyirli liflerden oluşur. Commissura fornicis'in işlevi iki tarafın formatio hippocampi'lerinin bağlanmasıdır.

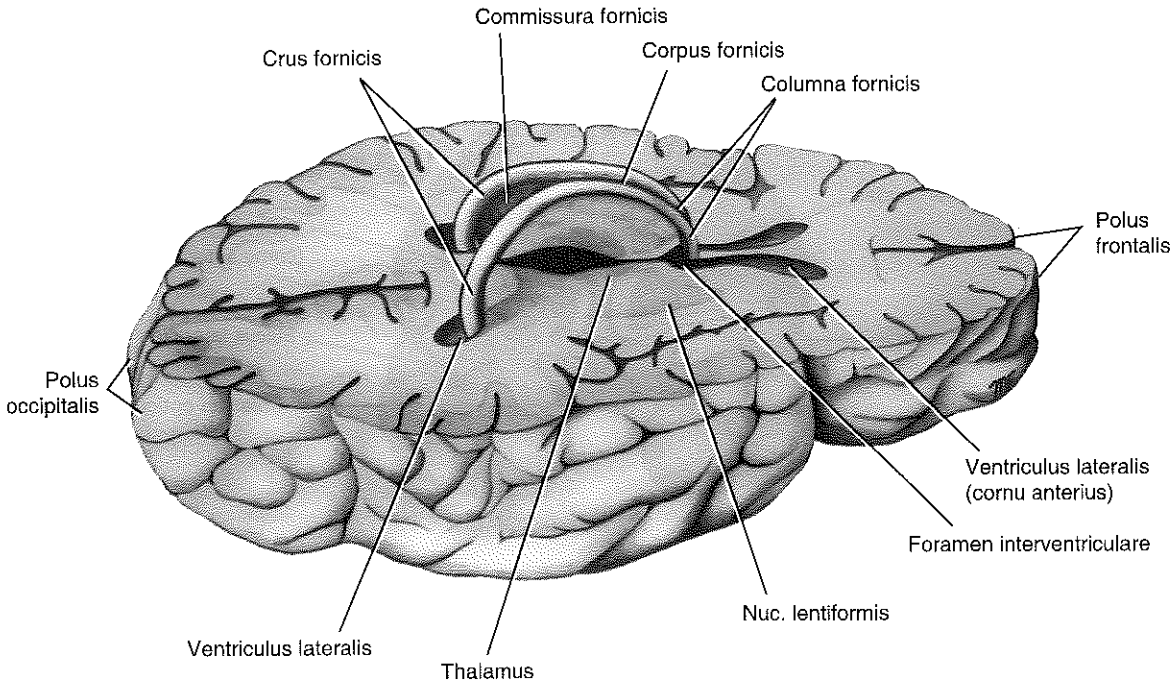
Commissura habenulorum, gl. pinealis'in sapının üst bölümünde orta hattı çaprazlıyan sinir liflerinin oluşturduğu küçük bir demettir (Şek. 7-3). Kommisür, bu bölgede orta hattın iki tarafında yer alan **nuclei habenulares**'le ilgilidir. Habenuler çekirdekler hippokampus ve corpus amygdaloideim'dan birçok afferentler alır. Bu afferent lifler **stria medullaris thalami** içinde habenuler çekirdeklere geçerler. Liflerin bazıları, habenüler kommisürden geçerek karşı taraf nukleuslara ulaşır. Habenüler çekirdeklerin işlevleri ve insanlardaki bağlantıları bilinmemektedir.

Fibrae Associationis (Assosiasyon Lifleri)

Bu sinir lifleri, esas olarak aynı hemisfer içinde çeşitli kortikal bölgeleri birbirine bağlarlar; kısa ve uzun assosiasyon lifleri olarak gruplanabilirler (Şek. 7-19). **Fibrae associationis breves** (kısa lifler), hemen korteks altında yer alırlar ve komşu girusları birbirine bağlarlar; bu lifler sulkusların uzun eksenine transversal olarak seyrederler (Şek. 7-19). **Fibrae associationis longae** (uzun lifler), formalinle sertleştirilmiş beyinlerde disseke edilebilen özel adlarla anılan demetlerdir. **Fasciculus uncinatus**, motor konuşma merkezi ile polus temporalis korteksi ve frontal lob alt yüzündeki girusları birbirine bağlar. **Cingulum**, gyrus cinguli'nin beyaz cevheri içinde yer alan, kavisli, uzun bir fasikulustur (Şek. 7-8). Parahippokampal girus ve komşu temporal kortikal bölgeler ile frontal ve parietal lobları birbirine bağlar. **Fasciculus longitudinalis superior**, en uzun assosiasyon sinir liflerinin oluşturduğu en büyük demettir. Frontal lobun ön bölümünü oksipital ve temporal loblara bağlar. **Fasciculus longitudinalis inferior**, oksipital lobtan öne doğru



Şekil 7-16 **A:** Chiasma opticum ve lateral ventrikülün cornu anterius'undan geçen beyinin koronal kesiti. **B:** Corpus callosum ve corona radiata'nın liflerini göstermek amacı ile disseke edilmiş beyinin üstten görünüşü.



Şekil 7-17 Normal konumunda fornix'in korunduğu, beyinin horizontal kesiti.

uzanır; radiatio optica'nın dışyanından geçerek temporal loba dağılır. **Fasciculus occipitofrontalis**'ler frontal lobu oksipital ve temporal loblara bağlarlar. Bunlar serebral hemisferin derinliğinde, nuc. caudatus'un lateral kenarına komşu olarak yer alırlar.

Fibrae Projectiones (Projeksiyon Lifleri)

Beyin sapı ile serebral kortekse gelip-giden afferent ve efferent lifler, projeksiyon lifler olarak bilinir. Bu lifler beyin sapının üst bölümünde **capsula interna** olarak bilinen, medialde nuc. caudatus ve thalamus, lateralde nuc. lentiformis'e bitişik sıkı bir kitle oluştururlar (Şek. 7-13). Nuc. lentiformis'in kama şeklinde olması nedeniyle horizotal kesitte görüldüğü gibi birbiri ile **genu**'da devam eden **crus anterius** ve **crus posterius**'u oluşturmak üzere bükülür (Şek. 7-18 ve 7-20). Nuklear kitleler arasından geçen sinir lifleri tüm yönlere dağılarak serebral kortekse ulaşırlar. Bu ışınsal olarak yayılan projeksiyon lifleri **corona radiata** olarak bilinir (Şek. 7-20). Projeksiyon liflerinin çoğu assosiasyon liflerinin içyanında yer alırlar; fakat bu lifler corpus callosum ve commissura anterior'un kommisural liflerini bölerler. Capsula interna'nın crus posterius'unun kommisural liflerini bölerler. Capsula interna'nın crus posterius'unun en arka bölümü içindeki sinir lifleri, sulcus calcarinus'a doğru yayılırlar ve **radiatio optica** olarak bilinirler. Capsula interna içindeki liflerin ayrıntılı dağılımı Şekil 7-18'te gösterilmiştir.

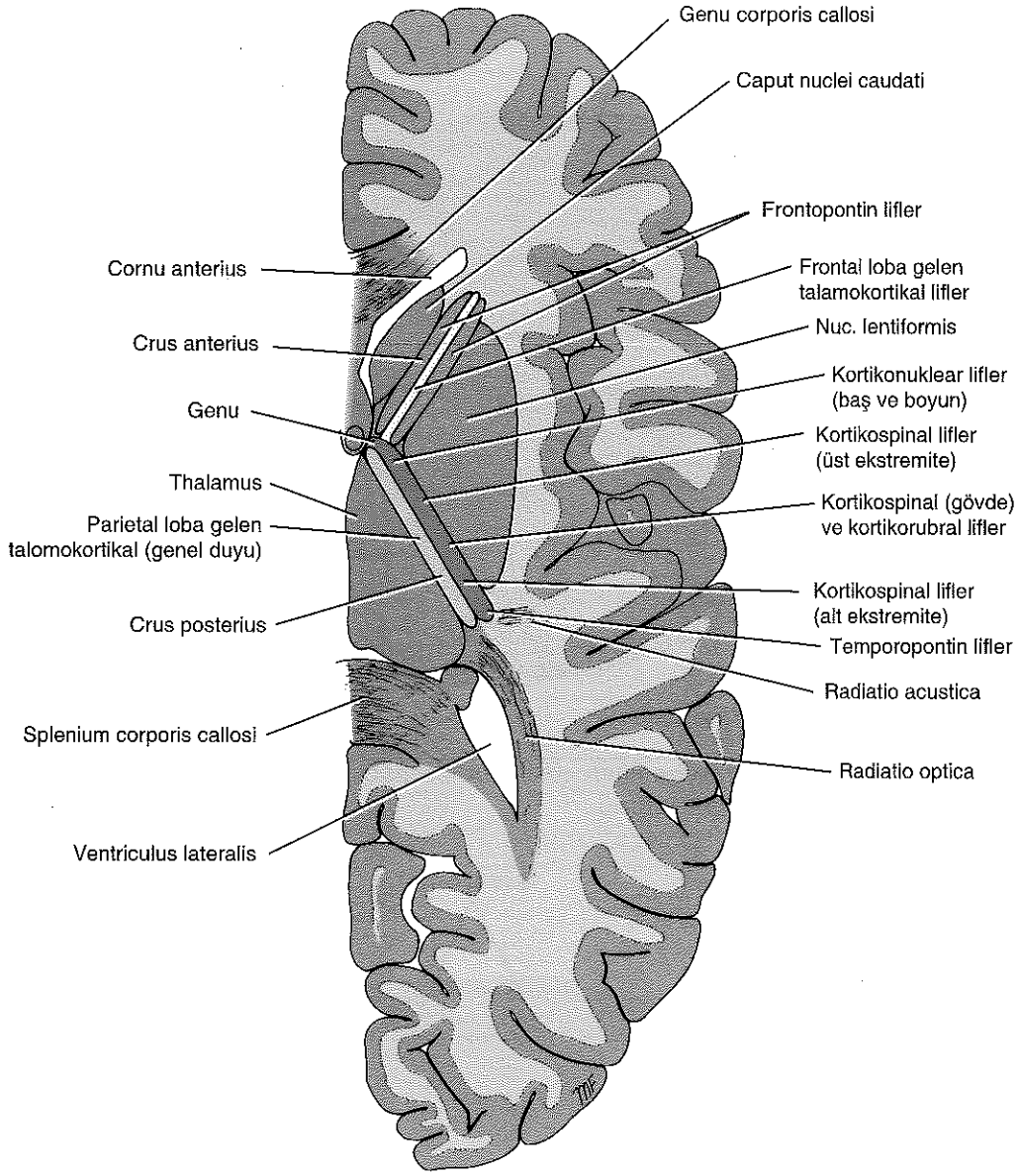
Septum Pellucidum

Septum pellucidum, gri ve ak maddelerden oluşan, her iki tarafı ependim ile kaplı, ince, vertikal yerleşimli sinir doku bölmesidir (Şek. 7-8, 7-13 ayrıca Bkz. Atlas Resim 8). Corpus callosum ve fornix arasında gerilidir. Önde corpus callosum'un truncus'u ile rostrum'u arasındaki aralığı doldurur. Aslında aralarında yarık şeklinde kapalı bir boşluk bulunan çift membrandan oluşmuştur. Septum pellucidum, lateral ventriküllerin cornu anterius'ları arasında bir bölme oluşturur.

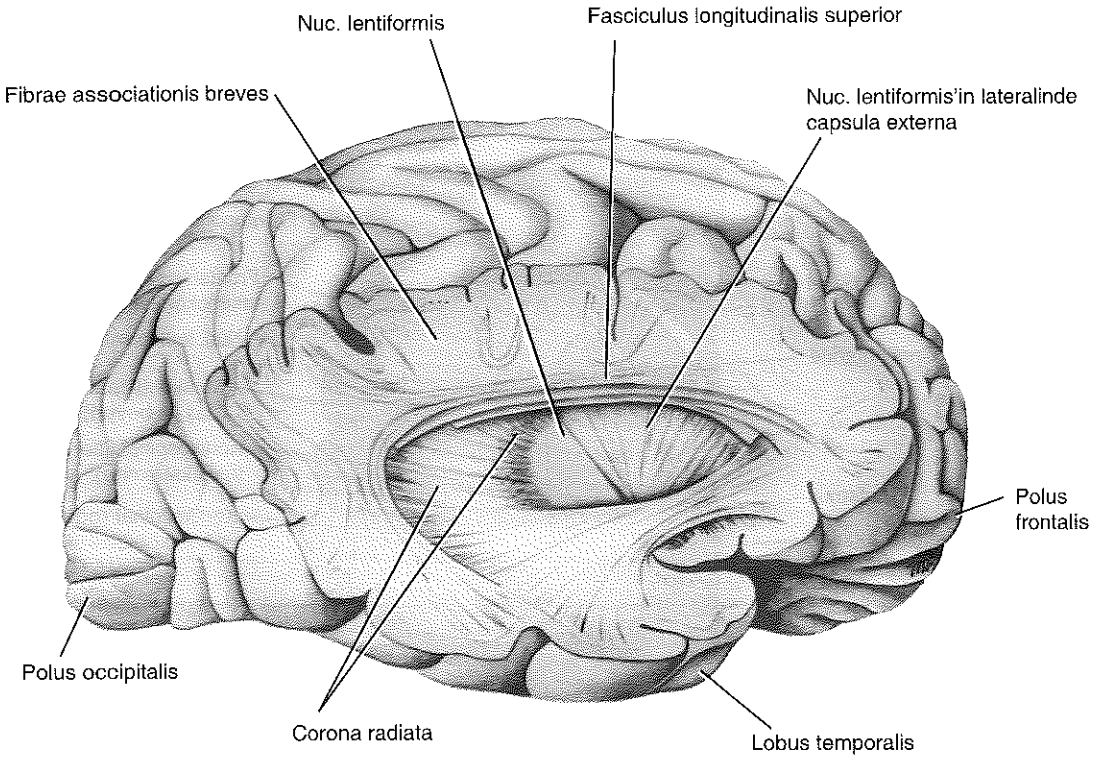
Tela Choroidea

Tela choroidea, pia mater'in iki tabakalı bir plikasıdır. Yukarıda fornix'ler arasında, aşağıda üçüncü ventrikülün tavanı ile iki talamus'un üst yüzleri arasında yer alır. Yukarıdan bakıldığında ön ucu for. interventriculare'de bulunur (Bkz. Şek. 16-6). Lateral kenarları düzensizdir ve lateral olarak ventriculus lateralis'lerin pars centralis'leri içine uzanır. Burada ependimle kaplanarak lateral ventrikülün plex. choroideus'unu oluşturur. Arkada, lateral kenarları lateral ventrikülün cornu inferius'u içine uzanır; burada da fissura choroidea boyunca uzanan plex. choroideus'u oluşturmak üzere ependimle kaplanır. Orta hattın iki yanında tela choroidea, ventriculus tertius'un plex. choroideus'unu oluşturmak üzere üçüncü ventrikülün tavanı boyunca aşağıya doğru uzanır.

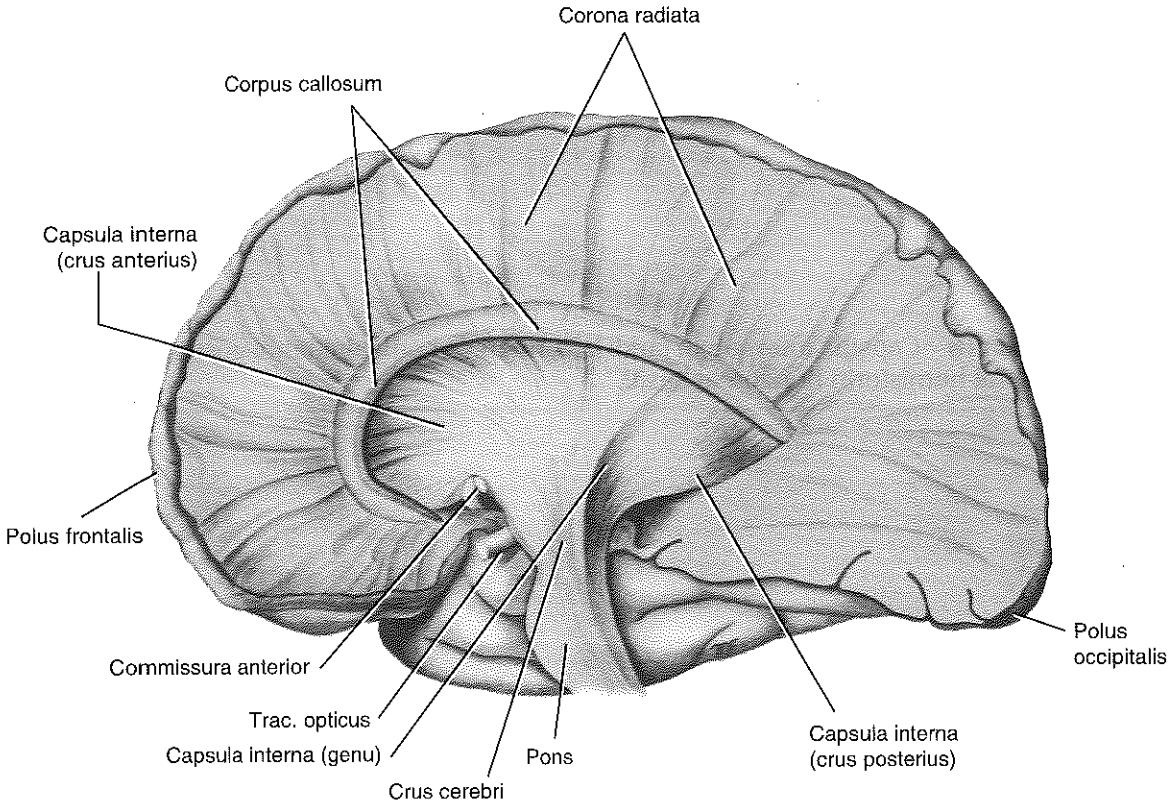
Tela choroidea ile üçüncü ve lateral ventriküllerin plex. choroideus'larının kanlanması **a. carotis interna** ve **a. basilaris**'ten gelen **choroidal dallarla** sağlanır. Venöz dranajı v. cerebri magna'yı oluşturmak üzere birleşen **internal serebral venlere** olur. **V. magna cerebri**, sinüs rectus'u oluşturmak üzere sinus sagittalis inferior ile birleşir.



Şekil 7-18 Capsula interna'nın farklı bölümleri ve komşuluklarını gösteren sağ serebral hemisferin horizontal kesiti.



Şekil 7-19 Temel assosiasyon lifleri göstermek amacı ile disseke edilmiş sağ serebral hemisferin dışyandan görünümü.



Şekil 7-20 Corona radiata ve capsula interna'yı göstermek amacı ile disseke edilmiş sağ serebral hemisferin medial görünümü. Talamus çıkarılmıştır. Corpus callosum liflerinin horizontal, corona radiata liflerinin vertikal seyrine dikkat ediniz.

KLİNİK BİLGİLER

Thalamus Lezyonları

Talamus lezyonları, genellikle thalamus'u besleyen arterlerde meydana gelen tromboz ve kanamanın sonuçlarıdır. Thalamus, duyuları vücudun karşı tarafından aldığı için, lezyonun yarattığı hasar da vücudun karşı tarafında hissedilir. Her türlü duyu büyük zarar görebilir; bunlar arasında hafif dokunma, iki nokta duyarlığı, dokunma lokalizasyonu ve eklem hareketlerinden haberdar olma hissi kaybı sayılabilir.

Subtalamik Lezyonlar

Subthalamus, ekstrapiramidal sisteme ait motor bir çekirdek olarak görülmelidir ve globus pallidus ile büyük ölçüde bağlantılıdır. Subthalamus lezyonlarının sonucu olarak vücudun karşı tarafındaki bir ekstremitede ani, güçlü ve istem dışı hareketler görülür. Bu hareketler şiddetli (balistik) veya atma biçiminde (koreiform) olabilir.

Pineal Bez

Pineal bez (corpus pineale), esas olarak, bir bağ doku çatısı tarafından desteklenen pinealositler ve glia hücrelerinden oluşur. Yaş'la bağlantılı olarak gerçekleşen regressif değişikliklerin sonucu olarak, bezin bağ dokusu ve glial hücreleri içinde calcareous konsentrasyonlar birikir. Bu birikintiler, kafa içinde yer kaplayan lezyonlar tarafından pineal bezin laterale doğru yer değiştirip değiştirmediğinin tayininde bir landmark olarak fonksiyon gördüğünden radyologlar için kullanışlıdır.

Pineal bezin fonksiyonları, esas olarak inhibitördür ve hipofiz bezi, Langerhans adacıkları, paratiroidler, adrenaller ve gonadlara etki ettiği gösterilmiştir.

Pineal tümörlü hastaların veya sinir sisteminin komşu bölge tümörlerinin klinik observasyonu, pineal beze baskı nedeniyle üreme fonksiyonlarında ciddi değişimler yaptığı gösterilmiştir.

Hypothalamus

Hypothalamus, sinir sisteminin büyük fonksiyonel öneme sahip bir bölgesidir. Yalnızca duygusal (emosyonel) durumları kontrol etmekle kalmaz, ayrıca yağ, karbonhidrat ve su metabolizmasının ayarlanmasında yardımcı olur. Pek çok diğer faaliyeti yanı sıra vücut sıcaklığı, genital fonksiyonlar, uyku ve gıda alımı konularında da etkilidir. Hipofiz ve hypothalamus iyi entegre olan bir birimdir; hypothalamus, hipofiz hormonlarının salgılanmasında rol oynar.

Hypothalamus Sendromları

Hypothalamus'a ait olan lezyonlar enfeksiyon, travma veya vasküler bozukluklar sonucu oluşabilir. Glandula pituitaria'nın **craniopharyngioma**, kromofob adenomaları ve pineal tümörleri hypothalamus'un fonksiyonlarına engel olabilir. En çok görülen anormalliklerden bazıları genital hipoplazi ya da atrofi, diabetes insipidus, şişmanlık, uyku düzensizliği, düzensiz beslenme ve zayıflama'dır. **Adiposogenital distrofi sendromu**'nda olduğu gibi bu bozuklukların bazıları birlikte görülebilir.

Serebral Korteks, Sulcuslar ve Serebral Hemisfer Lobları

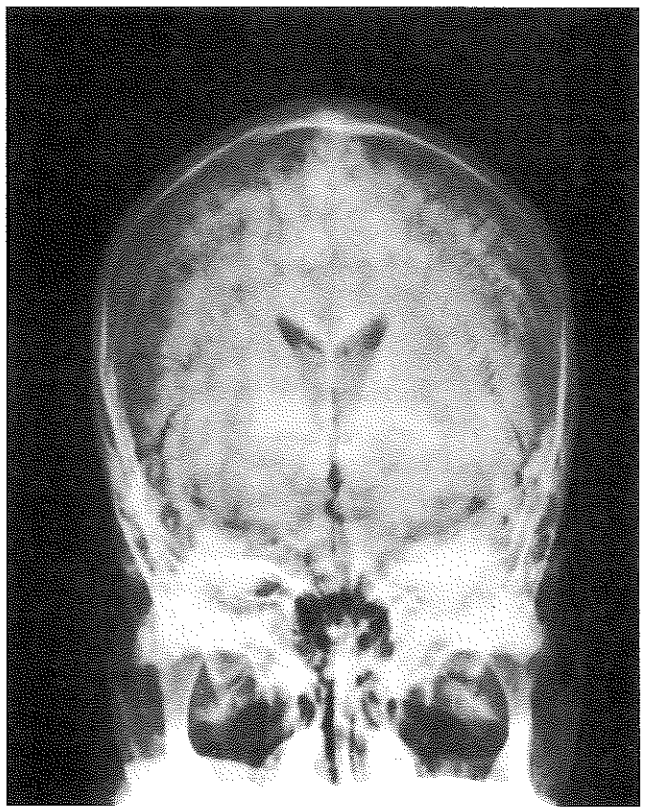
Serebral korteks (cortex cerebri) gri madde oluşumudur. Yalnızca 1/3'ü girusların konveksitesinde yer alır; geri kalan 2/3'ü sulkusların duvarlarını oluşturur. Korteksin farklı alanları farklı fonksiyonlara sahip olduğundan; korteksin anatomik olarak loblara, bunların da değişik girus ve sulkuslara ayrılarak incelenmesi serebral kortekste oluşan fonksiyon kayıplarını ve lezyonları lokalize etmede hekime kolaylıklar sağlar. Örneğin presentral girusun fokal lezyonu karşı vücut yarısında hemipareziye neden olduğu halde, postsentral girustaki lezyonlar karşı vücut yarısında duyu kaybına neden olur. Frontal lobun yaygın lezyonlarında kişilik değişiklikleri, dikkat ve etrafa ilginin azalmasına neden olabilir. Serebral korteksin yaygın dejenerasyonunda demans (bunama) belirtileri ortaya çıkar.

Lateral Ventriküller

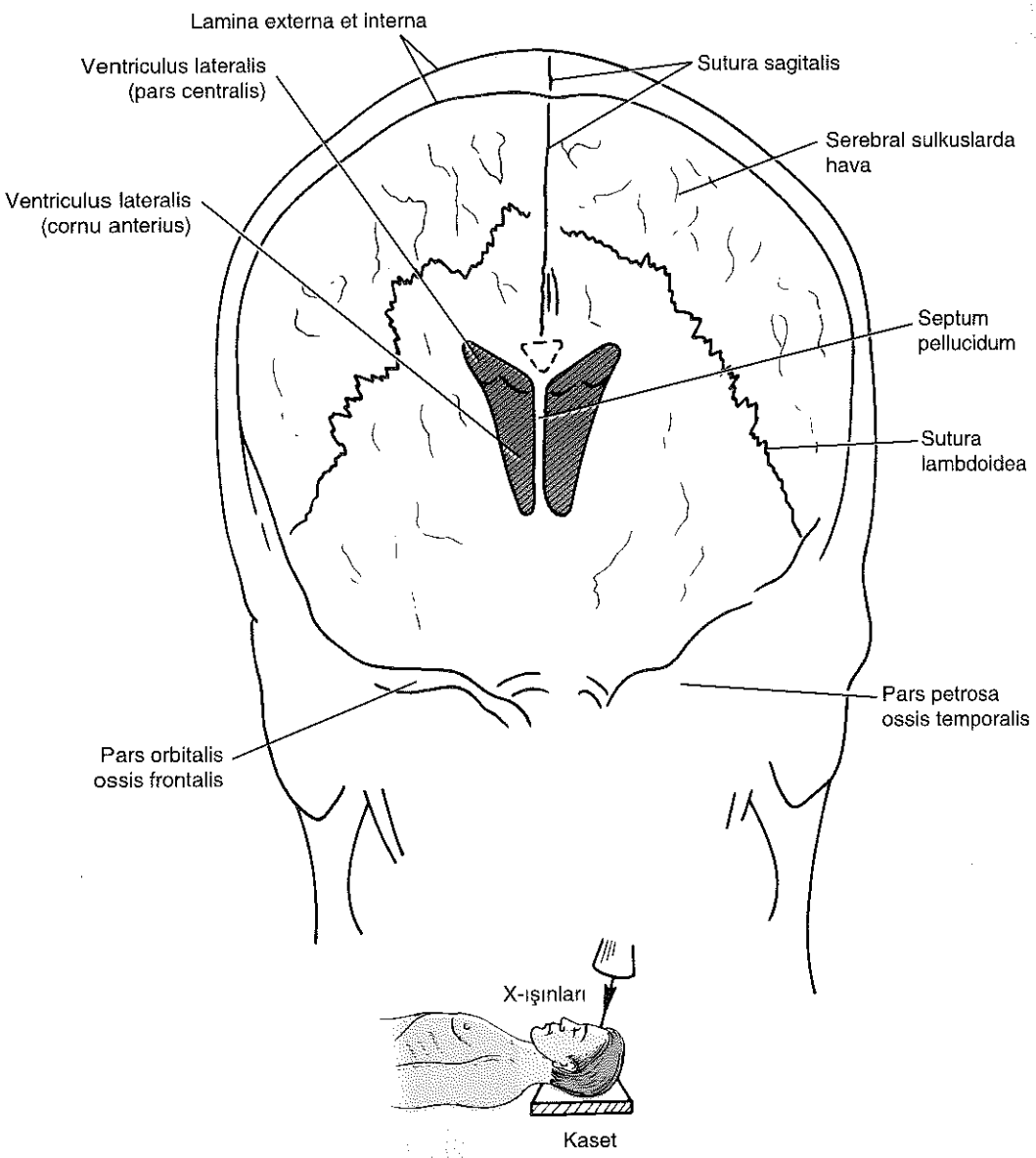
Herbir lateral ventrikül 7-10 ml serebrospinal sıvı içerir. Bu sıvı lateral ventrikülde plexus choroideus'lar tarafından salınır ve normal olarak foramen interventrikülare (foramen Monro)'lerden geçerek III. ventriküle geçer. Bir serebral tümör tarafında bu foramenlerin tıkanması ventriküllerin genişlemesine yol açar; böylece bir tip **hidrosefali** oluşur.

Lateral ventriküllerin choroid pleksusları interventriküler foramenden devam ederek III. ventrikülün pleksus choroideus'u oluşur. Lateral ventrikülün pars centralis'i ile posterior ve inferior boynuzların birleşim yerinde plexus choroideus'un en büyük bölümü yer alır ve bu bölüm yaşın ilerlemesi ile kalsifiye olabilir. Pleksus choroideus'un bu **kalsifikasyonu** radyolojik olarak görülebilir ve pineal glandın kalsifikasyonu ile karışmaz.

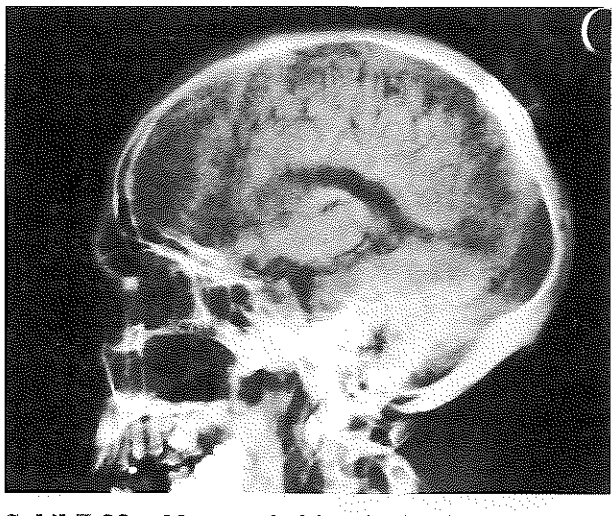
Geçmişte, lateral ventriküllerin şekli ve boyutları klinik olarak **pnömoensefalografi** denen tetkikle incelenmekteydi (Şekil 7-21 - 7-24). Bu işlemde, az miktarda hava, hasta otu-



Şekil 7-21 28 yaşında bir erkeğe ait anteroposterior pnömoensefalogram.



Şekil 7-22 Şekil 7-21'deki radyografinin açıklaması. X-ışını tübünün pozisyonu ile film kaseti ve hastanın başı ile olan ilişkisine dikkat ediniz.



Şekil 7-23 28 yaşında bir erkeğe ait lateral pnömoensefalogram.

rur pozisyondayken lumbal ponksiyon yapılarak subaraknoid boşluğa verilir. Eğer hastada kafa içi basınç yüksekse bu yöntem oldukça tehlikelidir. Hava yada radyoopak sıvı kafa tasına açılan bir burr-hole vasıtasıyla lateral ventriküller içine direk olarak enjekte edilebilir. Bu yöntem **ventrikülografi** olarak adlandırılır. Bu yöntemlerin yerini günümüzde CT ve MRI almıştır (Şekil 7-25, 7-28).

Bazal Nukleuslar

Serebrum içerisinde derin olarak yerleşmiş gri madde toplulukları bazal nukleuslar (**nuclei basales**) olarak adlandırılırlar. Nucleus caudatus, nucleus lentiformis, corpus amygdaloideum ve claustrum'dan oluşurlar.

Bu nucleuslar ile capsula interna arasındaki yakın ilişki nedeniyle caudat veya lentiform nukleusların tümörlerinde karşı vücut yarısında ciddi motor ve duysal semptomların ortaya çıktığı görülür. Capsula interna'nın arka bacağının 2/3 ön bölümüne baskı yapan tümörler ilerleyici spastik hemipareziye neden olurlar. Bunun yanında oldukça arka bölümde yerleşmiş tümörler ise karşı vücut yarısında duysal semptomlara neden olurlar.

Bazal nukleusların fonksiyonlarına ait hastalıklar bu nukleusların bağlantılarının da incelenmesinden sonra Bölüm 10'de ele alınacaktır.

Serebral Kommissürler

En büyük kommissür corpus callosum'dur. Corpus callosum içerisinde yeralan liflerin büyük bir bölümü serebral korteksin simetrik alanlarını birbirine bağlar. Bir hemisferden diğerine bilgi transferini sağladığından corpus callosum hafıza, öğrenilenin ayırdedilmesi, duysal tecrübelerden sorumludur.

Bazen corpus callosum gelişmesini tamamlamayabilir ve hiçbir semptom ve bulgu görülmeyebilir. Eğer yaşamın ileri dönemlerinde corpus callosum bir hastalık nedeniyle hasarlanırsa herbir hemisfer izole olur ve hasta sanki iki ayrı beyni var gibi davranır. Hastanın genel zekası ve davranış görünümü normaldir; çünkü yıllarca her iki hemisfer farklı olaylara yanıt vermiştir. Eğer hastanın sağ eline gözleri kapalıyken bir kalem verirsek dokunarak objeyi tanır ve tarif edebilir. Eğer kalem sol ele verilirse dokunma enformasyonu sağ postsantral girusa geçecektir. Bu enformasyon corpus callosum'dan sol hemisferin konuşma alanına geçemiyeceği için hasta sol elindeki objeyi tanımlayamayacaktır.

Corpus callosum'un cerrahi olarak kesilmesi, bir hemisferde başlayıp diğerine yayılan epilepsi nöbetlerini önlemek için uygulanan bir tedavi yöntemidir.

Capsula İnterna'nın Lezyonları

Capsula interna, ak maddenin önemli bir kompakt bandıdır. Serebral korteksi beyin sapı ve omuriliğe bağlayan inen ve çıkan sinir liflerinden oluşmuştur. Capsula interna, medial olarak nucleus caudatus ve talamus ve lateral olarak nucleus lentiformis ile komşudur. Capsula interna içerisinde liflerin dağılımı Şekil 7-18'de gösterilmiştir.

Capsula interna beyinin vasküler hastalıklarında sıklıkla tutulur. Arteriel kanamanın en sık nedeni yüksek tansiyonlu hastada arterlerdeki atheromatöz dejenerasyondur. Capsula interna'daki önemli sinir liflerinin fazla yoğunlukta olması nedeniyle küçük kanamalar dahi karşı vücut yarısında yaygın ciddi semptomlara neden olur. Yalnız kanamayla nöronal hasar oluşmaz, pıhtının etkisiyle daha sonra komşu sinir lifleri de basıya uğrar veya ödeme maruz kalır.

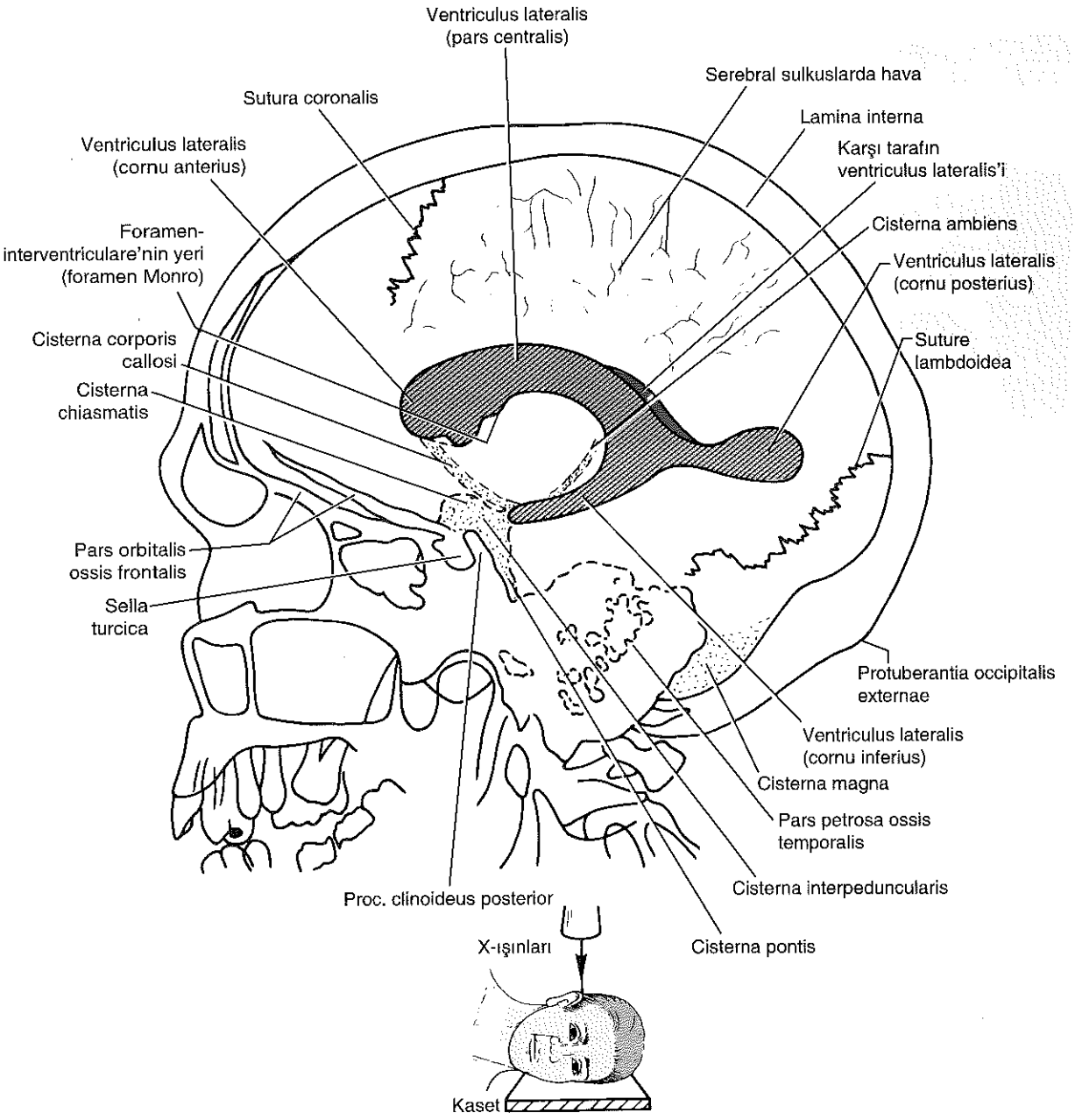
Alzheimer Hastalığı

Alzheimer hastalığı, hayatın orta yaş ve yaşlılık döneminde görülen beyinin dejeneratif hastalığıdır; fakat hastalığın bir erken formu şimdi iyi tanınmaktadır. Hastalık, USA'da 4 milyondan fazla kişiyi tutmuştur; her yıl bunların 100.000'den fazlası ölümle sonuçlanmaktadır. Hastalık riski, ileri yaşlarda hızla artmaktadır.

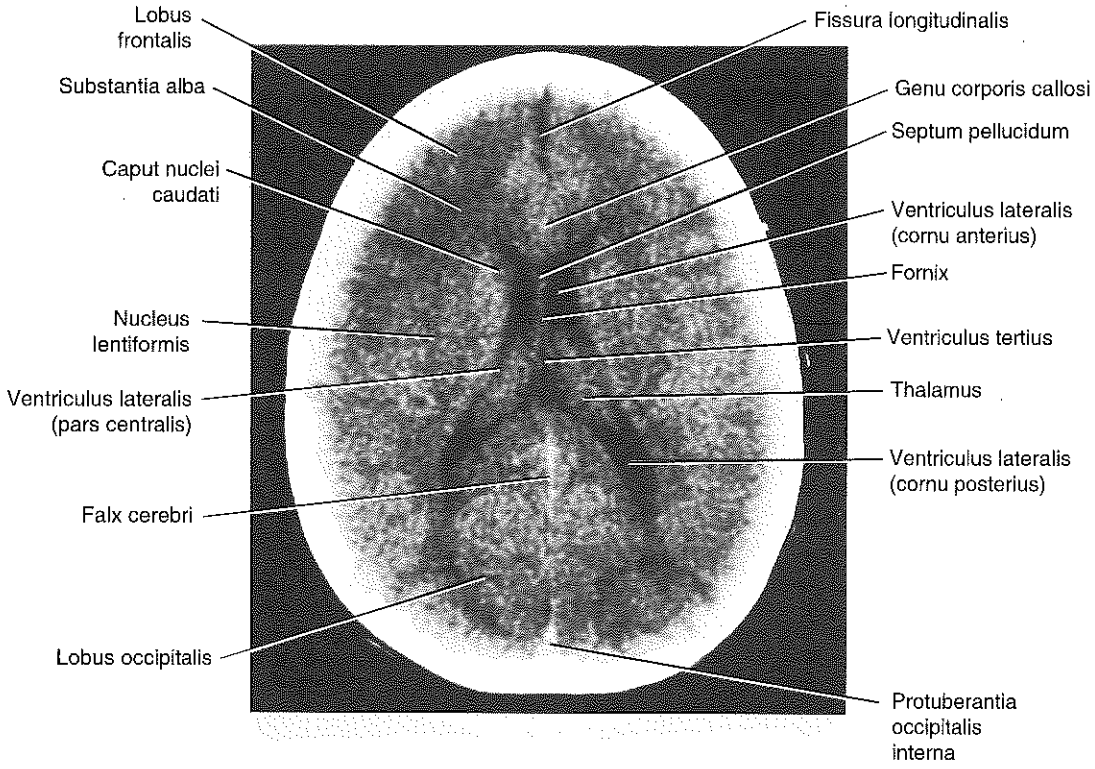
Alzheimer hastalığının sebebi bilinmemektedir; fakat genetik bir predispozisyon sözkonusudur. Genellikle diffüz olarak ortaya çıkan beyin korteksinin atrofisi ile karakterizedir. Hastalığın sebebi bilinmemektedir, fakat genetik bir yatkınlığın bulguları saptanmıştır.

Erken hafıza kaybı, kişilik değişiklikleri, orientasyon bozuklukları, konuşmanın bozulması, huzursuzluk, yerinde duramama en sık görülen bulgulardır.

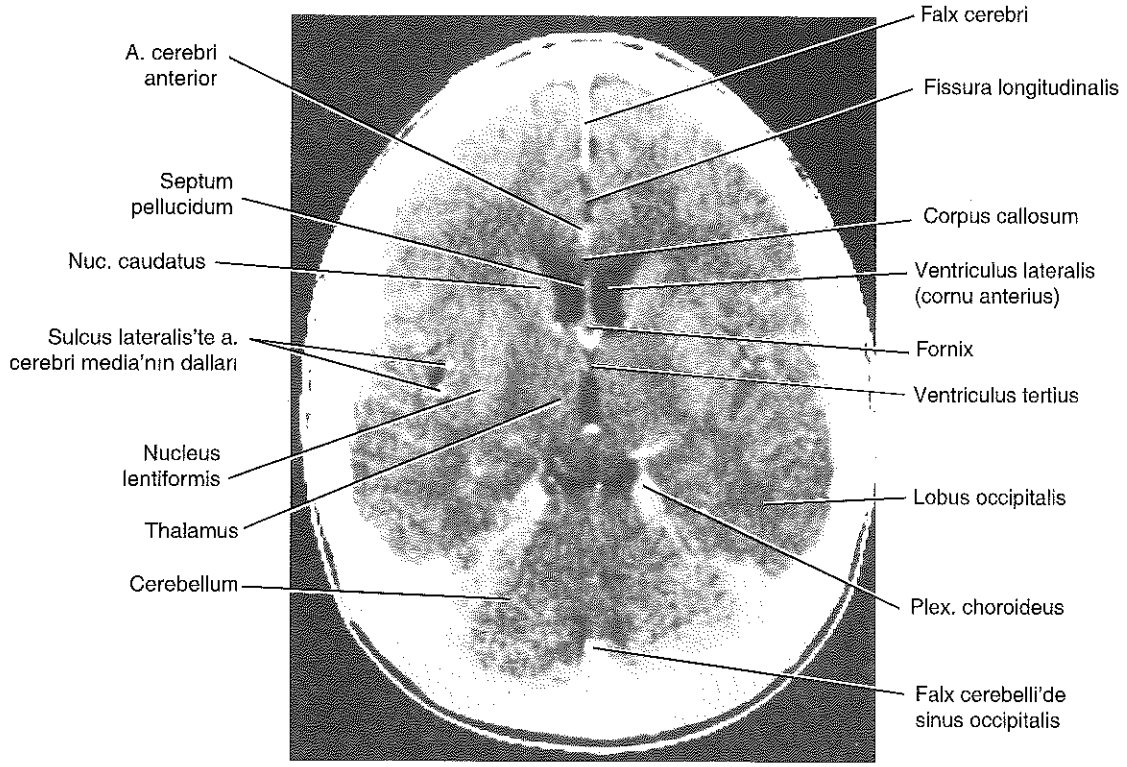
Mikroskopik olarak serebral kortekste değişiklikler oluşur. Kortekste senil plak olarak adlandırılan lezyonlar bulunur. Her plağın ortası dejenere olmuş beyin dokusunun ekstrasellüler kolleksiyonudur. Bu çekirdek yapıyı büyük anormal nöronal yapı çevreler. Muhtemelen presinaptik terminaller düğümlenmiş, bükülmüş aşırı miktardaki intrasellüler nörofibrillerle dolar. Senil plağın oluştuğu kortekste bölgesinde asetil kolin sentezinde rol oynayan asetilkolin transferaz enziminin kaybı söz konusudur. Bunun kortikal hücrelerin kaybından ziyade assendan projeksiyon liflerinin kaybından olduğu düşünülmektedir.



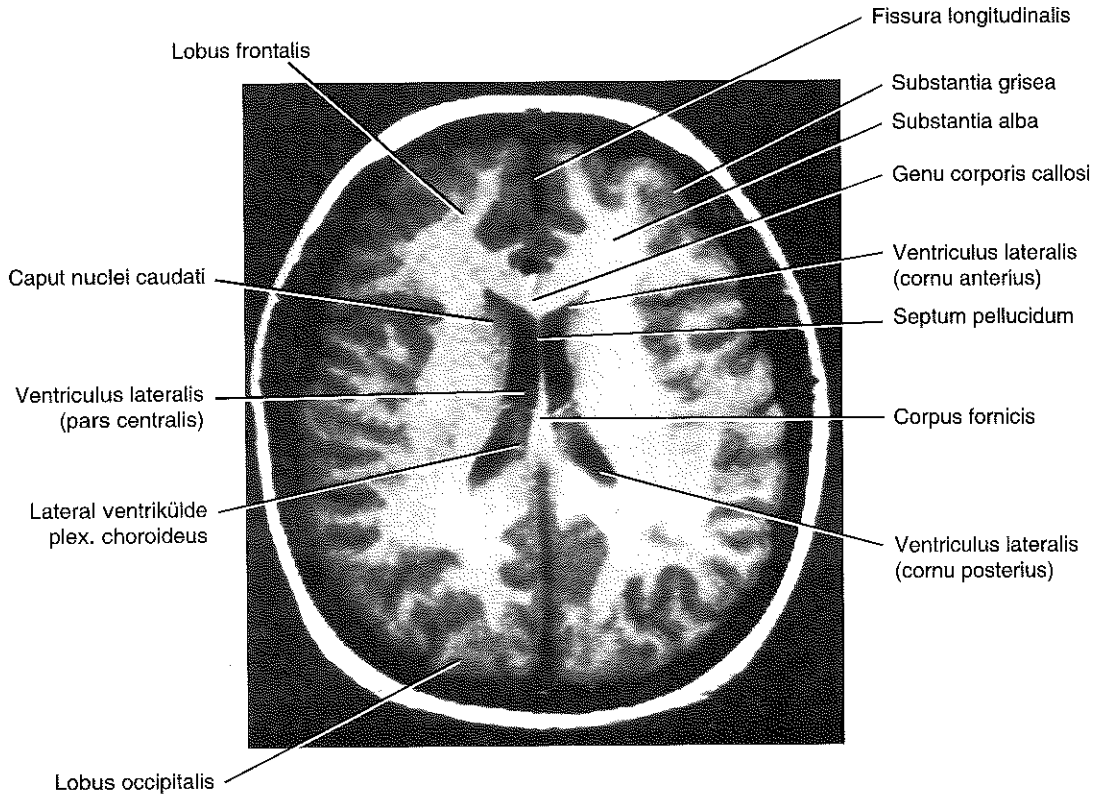
Şekil 7-24 Şekil 7-23'deki radyografinin açıklaması. X-ışını tübünün pozisyonu ile film kaseti ve hastanın başı ile olan ilişkisine dikkat ediniz.



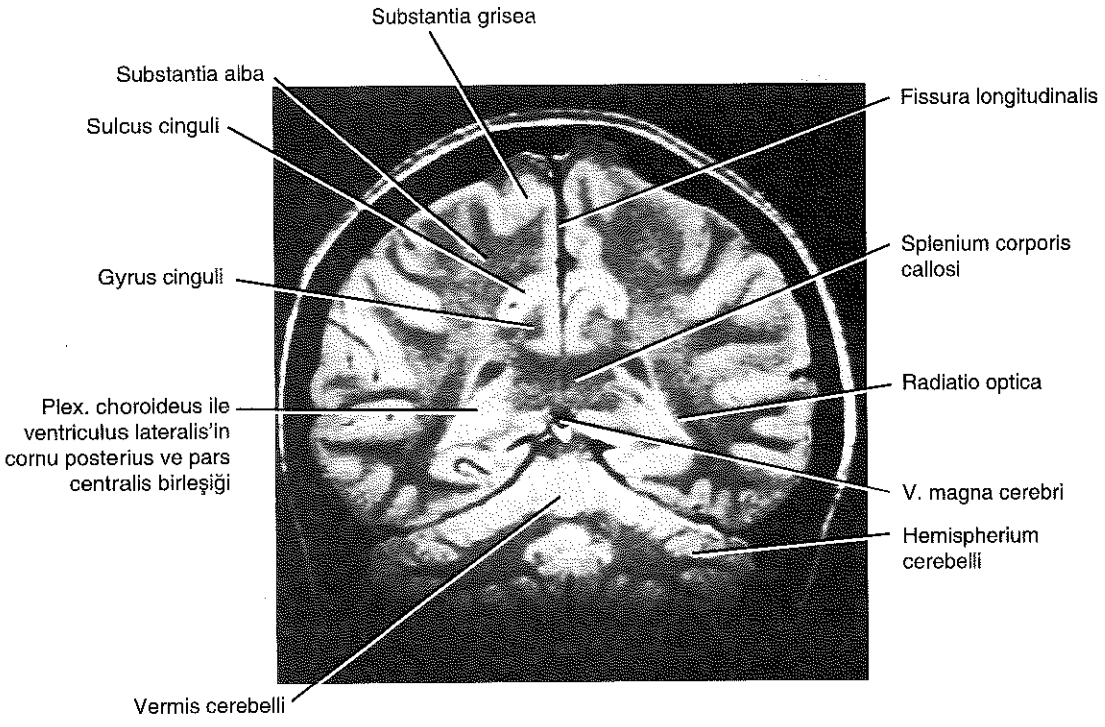
Şekil 7-25 Beyinin horizontal (axial) CT'si.



Şekil 7-26 Beyinin horizontal (axial) CT'si (kontrast madde verildikten sonra).



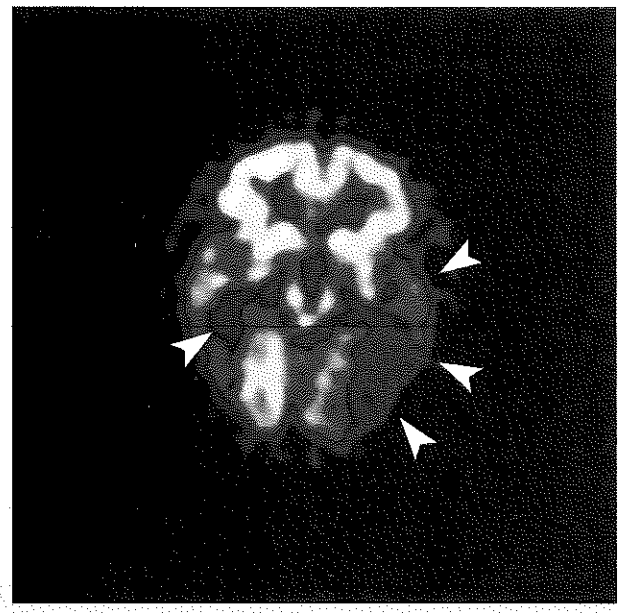
Şekil 7-27 Beyinin horizontal MRI'ı.



Şekil 7-28 Beyinin koronal MRI'ı.

Alzheimer hastalığının tanısı, gerek ince atrofik korteks gerekse dilate lateral ventriküllerin CT de görülmesi iledir. Son zamanlarda positron emission tomografi (PET)'nin kullanılması ile kortikal metabolizmanın azaldığı gösterilmiştir (Şek. 7-29).

Alzheimer hastalığının tedavisi için kolinesteraz inhibitörleri yararlı bulunmuştur. Bu maddeler, muhtemelen bu nörotransmitterin eksik olduğu hastalıklı beyin bölümlerinde asetil kolin miktarını artırarak etki etmektedir.



Şekil 7-29 Alzheimer hastası bir erkek hastanın 18-fluorodeoxyglucose enjeksiyonu sonrası serebral korteksin bitemporoparietal alanlarında yetersiz metabolizma sahaları oklarla gösterilmiştir. Sarı alanlar yüksek metabolizma aktivitesi olan bölgeleri göstermektedir (Dr. Holley Dey'in izinleriyle).

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ

1. 53 yaşındaki bir kadın, sokakta baygınlık geçirdikten sonra acil servise götürülmüştür. Konfuze olmasının yanı sıra sağ bacağında ve sağ kolunda şiddetli koordinasyonsuz hareketler ve yüzünün sağ yarısında hafif spontane hareketler gözlenmektedir. Doktorun arkadaşından aldığı bilgiye göre hastanın aynı günün sabahı sağlıklı olduğu ve daha önce böyle bir durum yaşamadığı anlaşılmıştır. Yapılan muayeneden sağ ekstremitede istem dışı hareketlerin proksimal kaslar ile sınırlı olduğu görülmüştür. Bir hafta sonra hasta kalp yetmezliğinden ölmüştür. Bu durumu belirleyen tıbbi terim denir? Bu durumun yaratılması beynin hangi bölgesi ile ilgilidir?
2. 64 yaşındaki bir erkek, beyin tümörü şüphesi ile hastaneye yatırılmıştır. Doktor anteroposterior ve lateral kafa röntgenlerini istemiştir. Nöroanatomi bilginizi kullanarak beynin kafatası içinde lateral yönde yer değiştirip değiştirmediği konusunda radyoloğa yardımcı olacak yapının adını veriniz?
3. 12 yaşındaki oğullarının aşırı şişmanlığı, dış genital organlarının gelişmemesinden huzursuz olan ailesi onu bir pediatrist'e muayene ettirmiştir. Muayenesi sonucu çocuğun yaşına göre uzun boylu ve çok şişman olduğu görülmüştür. Aşırı yağlanma, daha çok karnın ön alt tarafında ve ekstremitelerin proksimal kısımlarında yoğunlaşmıştır. Penisi ve testisleri küçüktür. Bu durumun meydana gelmesinde diencephalondaki bir hastalık sebep olabilir mi?
4. Bir beyin cerrahı, asistanlarına sağ orta frontal girusta yerleşen bir gliomu çıkarmak için skalp ensizyonunu, çıkartılan kare şeklindeki kemiği tarif ediyor. Sağ orta frontal girusun beyindeki yerleşimi nasıldır? Altında ve üstünde yer alan sulkusların adları nedir? Hangi kafatası kemiği bu girusun üstünde yer alır?
5. Bir otopsi yapılırken patolog herbir hemisferdeki sulcus centralis'i bulmakta güçlük çekiyor. Bu sulkusun bulunması diğer birçok sulkus ve girusların bulunmasında anahtar rol oynar. Sulcus centralis'i ayırdet-

mek için landmarklar nelerdir? Sulkus ve giruslar her iki hemisferdede aynı şekildemidir? Sulkus ve girusların düzeninde bireysel farklılıklar varmıdır?

6. Bir 4. sınıf tıp öğrencisine koronal ve horizontal beyin MRI'ları gösterilerek yorumu isteniyor. Hasta 55 yaşında bir erkek. Öğrenci sol lateral ventrikülün normalden geniş olduğunu ve sol interventriküler foramene yakın beyin bölgesinde düşük yoğunlukta gözüken bir tümörün mevcut olduğunu belirtiyor. Standart lateral kafatası filmine bakıldığında sol ventrikülün posterior bölümünde yer alan küçük bir kalsifikasyonun mevcut olduğu görüldü. Nöroanatomi bilginizi kullanarak lateral ventrikülün beyindeki lokalizasyonunu tarif edin. Lateral ventrikülün bölümleri nelerdir? Serebrospinal sıvı ventrikülde nerede yapılır ve nereye derene olur? Hastada görülen sol lateral ventriküldeki kalsifikasyonun sebebi nedir?
7. Bir tıp öğrencisi otopsi yaparken hastada corpus callosum'un olmadığını tespit etti. Hastanın klinik notlarını incelediğinde hiçbir nörolojik problemin olmadığını görerek şaşırdı. Bu hastanın nörolojik semptom ve bulgularının olmamasına siz de şaşırdınız mı?

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. Bu kadın sağ ekstremitelerin şiddetli bir şekilde savrulması ile sonuçlanan ve bu ekstremitelerin proksimal kısımlardaki kaslarda sürekli koordinasyonsuz kasılmalar göstermektedir. Yüzünün sağ tarafındaki kaslarda hafifçe etkilenmiştir. Bu durum *hemiballismus* olarak bilinir. Bunun sebebi sol subtalamik çekirdeğin içindeki bir kanamadır.
2. 30 yaşından itibaren corpus pineale'nin bağ dokusunda ve nöroglia hücrelerinde kalsiyum birikintileri görülmeye başlar. Bu radyolog için çok kullanışlı bir orta hat landmarkıdır. Bu belirtinin lateral yönde yer değiştirmesi kafatası içinde bir kitlenin varlığını gösterir. Bu hastada corpus pineale'nin görüntüsü orta çizgidedir ve CT dahil bütün diğer araştırmaların hiç biri beyin tümörü belirtisi vermemiştir.
3. Evet. Yağlanma tek başına veya genital distrofi ile birlikte hypothalamus'un bozukluğunda meydana gelebilir.
4. Sağ orta frontal girus sağ serebral hemisferde frontal lobun lateral yüzünde yer alır. Yukarıda ve aşağıda superior ve inferior frontal sulkuslarla sınırlanır. Sağ orta frontal girus frontal kemiğin altında yer alır.
5. Sulcus centralis büyük bir sulkustur ve yukardan aşağı ve öne doğru hemisferin lateral yüzünü çaprazlayarak geçer. Yukarıda orta noktanın yaklaşık 1 cm gerisinde, hemisferin superior medial kenarında bir çentik oluşturur. Hemisferin superior medial kenarında çentik oluşturarak medial yüze dönen tek sulkustur. Birbirine paralel iki girus arasında seyreder. Sulcus ve gyrusların düzeni herbir hemisferde birbirine benzer. Bununla beraber bireysel olarak girus ve sulkusların düzeninde önemli farklılıklar mevcuttur.
6. Lateral ventrikül herbir hemisfer içinde yeralan C harfi şeklinde boşluklardır. Lateral ventrikül talamus, nucleus lentiformis, nucleus caudatus ile çevrelenmiştir. Parietal lob içinde yeralan pars centralis içerisinde uzanan anterior boynuz, oksipital loba uzanan posterior boynuz, inferior olarak temporal lob içerisinde uzanan inferior boynuz bölümlerinden oluşur. Serebrospinal sıvı lateral ventrikülün plexus choroideus'u tarafından üretilir ve küçük foramen interventrikülare'lerden geçerek. III. ventriküle drene olur. Yaşamın ileri dönemlerinde plexus choroideus özellikle posterior bölümü, bu hastada olduğu gibi bazen radyografilerde görülen kalsifikasyonlar oluşturabilir. Bu hasta da sol interventriküler foramene bastıran bir serebral tümör mevcuttu; bu nedenle sol ventrikül genişlemişti.
7. Hayır. Corpus callosum bazen bu hastada olduğu gibi hiçbir nörolojik bulgu ve semptom vermeksizin gelişmemiş olabilir. Bununla beraber eğer erişkin birisinde bir cerrahi işlem sırasında kesilirse iki hemisfer arasında bağlantının bozulması belirgin olur (Bkz. s. 273).

ÇALIŞMA SORULARI

Açıklama: Bu bölümdeki numaralanmış her soruyu, harfli yanıtlar takip etmektedir. Doğru olan harfli yanıtı seçiniz.

1. Aşağıdaki ifadeler diencephalon'la ilgilidir; doğru yanıtı seçiniz:
   (a) Ön tarafta chiasma opticum'a kadar uzanır.
   (b) Lateralde capsula interna ile sınırlanır.
   (c) Thalamus III. ventrikülün içyan duvarında yer alır
   (d) Epithalamus, substantia nigra ve nucleus ruber'in kranial / ön uçları tarafından oluşturulur.
   (e) Arkada, adhesio interthalamica'ya kadar uzanır.
2. Aşağıdaki ifadeler pineal bez ile ilgilidir; doğru yanıtı seçiniz
   (a) Röntgen ışınları ile opak görünen bir salgı oluşturur.
   (b) Yüksek konsantrasyonda melatonin içerir.
   (c) Melatonin, hipofiz bezinin ön lobundan gonadotropik hormon salınımını uyarır.
   (d) Karanlıkta, pineal bez sekresyonlarının üretiminde azalma vardır.
   (e) Pinealositler, sempatik sinir sonlanmaları tarafından inhibe edilir.
3. Thalamus ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden doğru olanı seçiniz.
   (a) Diencephalon'un en büyük kısmıdır ve olfaktor yollar hariç bütün esas duyu yollarının aktarma merkezi görevini yapar.
   (b) Nucleus lentiformis'ten capsula interna tarafından ayrılmıştır.
   (c) Foramen interventriculare'nin ön sınırını oluşturur.
   (d) Karşı taraftaki thalamus'tan komple ayrılmıştır.
   (e) Thalamus, dörtköşe bir gri madde kitlesidir.
4. Hypothalamus ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden doğru olanı seçiniz.
   (a) III. ventrikülün tavanı ve lateral duvarın üst kısmı tarafından oluşturulmuştur.
   (b) Alt tarafta hypothalamus, mesencephalon'un tectum parçası ile birleşir.
   (c) Çekirdekleri, büyük sinir hücresi gruplarından meydana gelir.
   (d) Fonksiyonel olarak, hipofiz hormonlarının salınmasında rol oynar.
   (e) Corpus mamillare'ler, hypothalamus'un bölümlerinden değildir.
5. Hypothalamus ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden doğru olanı seçiniz.
   (a) Hypothalamus otonom ve endokrin sistemlerin faaliyetleri üzerinde etkili değildir.
   (b) Az sayıda afferent visseral ve somatik duyu lifleri alır.
   (c) Medulla spinalis ve beyindeki sempatik ve parasampatik çıkış bölgelerine efferent lifler gönderir.
   (d) Su metabolizması regülasyonunda yardımcı rol oynamaz.
   e) Hypothalamus emosyonel durumları kontrol etmede rol oynamaz.
6. III. ventrikül ile ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi doğrudur.
   (a) Posterior duvarı, recessus pinealis ve aqueductus cerebri açıklığı tarafından oluşturulur.
   (b) Lateral ventriküller ile doğrudan bağlantısı yoktur.
   (c) Tela choroidea, III. ventrikülün tabanından uzanarak plexus choroideus'u meydana getirir.
   (d) III. ventrikülün tabanında arkadan öne doğru şunlar bulunur: chiasma opticum, tuber cinereum ve corpus mamillare.
   (e) Ventrikülün duvarı ependim ile örtülü değildir.

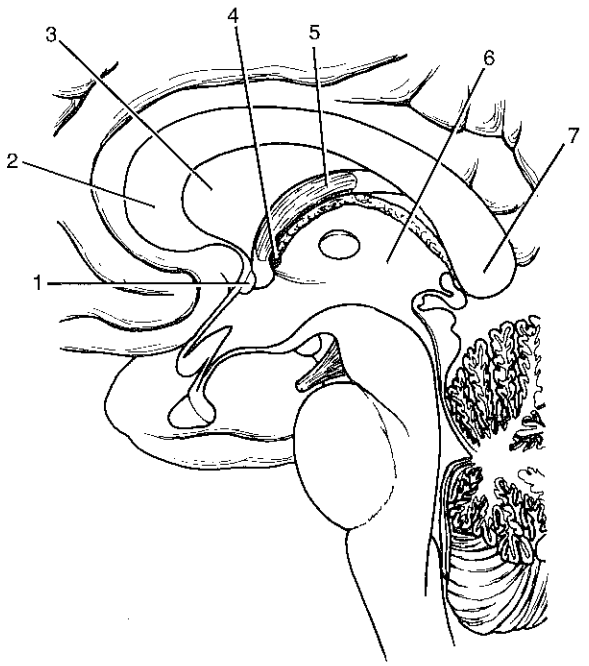
Eşleştirme soruları: Açıklama: Aşağıdaki soruları, Şekil 7-30'da gösterilen ve sol tarafta verilen numaralar ile sağ tarafta verilen yapıları uygun olarak eşleştiriniz. Her harfli seçenek, birkere, birden fazla seçilebilir veya hiç seçilmeyebilir.

7. No 1
8. No 2
9. No 3
10. No 4
11. No 5
12. No 6
13. No 7

(a) Genu corporis callosi
(b) Foramen interventriculare
(c) Corpus fornicis
(d) Commissura anterior
(e) Yukarıdakilerden hiçbiri

Açıklama: Bu bölümdeki numaralanmış her soruyu, harfli yanıtlar takip etmektedir. Doğru olan harfli yanıtı seçiniz.

14. Longitudinal serebral fissür için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
   (a) Fissür orak şeklindeki bir dura kıvrıntısı olan falx cerebelli'yi içerir.



Şekil 7-30 Beynin sagittal kesitinde diencephalon'un medial yüzünün görünüşü.

(b) Fissür'de a.cerebri media'lar yer alır.
(c) Sinus sagittalis superior, bunun aşağısında yer alır.
(d) Fissür'ün derinliğinde, corpus callosum orta hattı çaprazlar.
(e) Sinus sagittalis inferior, bunun yukarısında yer alır.

15. Sulcus centralis için aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
(a) Sulcus centralis, serebral hemisferin medial yüzünde uzanır.
(b) Arkasında frontal lob yer alır.
(c) Önünde parietal lob yer alır.
(d) Sulcus centralis aşağıda sulcus lateralis ile devam eder.
(e) Arachnoidea mater, sulcus centralis içinde devam eder.

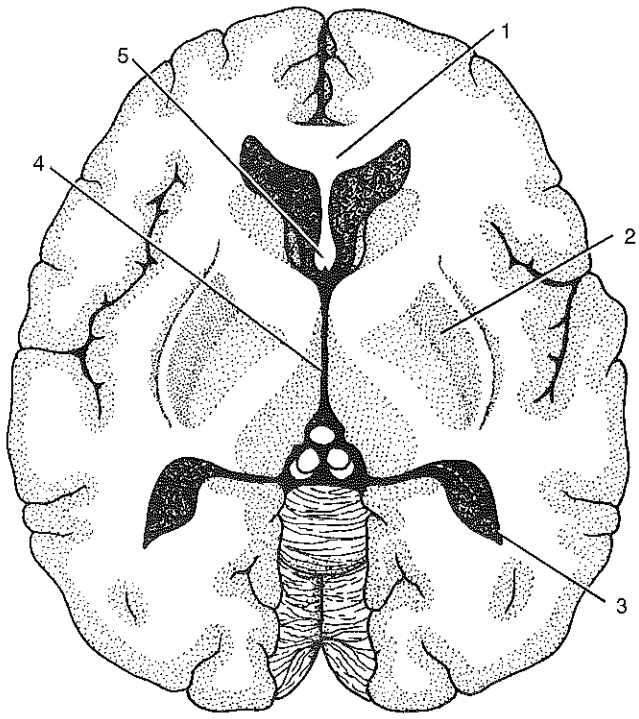
16. Lateral ventrikül'le ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur?
(a) Herbir ventrikül içi serebrospinal sıvı ile dolu ve J harfi şeklindedir.
(b) İnterventriküler foramen yolu ile III. ventriküle bağlantı kurar.
(c) Ventrikülün pars centralis'i, frontal lob içerisinde yer alır.
(d) Lateral ventrikül, bir plexus choroideus içermez.
(e) Cornu anterius'u parietal lob içinde yer alır.

17. Corpus callosum ile ilgili olarak aşağıdakilerden hangisi doğrudur ?
(a) Lamina terminalis ile fornix'e bağlanır.
(b) Rostrum, genu'yu septum pellucidum'a bağlar.
(c) Corpus callosum içerisindeki liflerin çoğu simetrik korteks alanlarını birbirine bağlar.
(d) Genu'nun lifleri, forceps major olarak frontal lob içinde öne doğru kavis yapar.
(e) Corpus callosum, aşağıda falx cerebri ile komşudur.

18. Commissura anterior ile ilgili olarak aşağıdaki bigilerden hangisi doğrudur ?
(a) Septum pellucidum'un üst bölümü içinde gömülüdür/yer alır.
(b) Laterale bükülünce liflerin ön demeti tractus olfactorius ile birleşmek için öne dönerler.
(c) Bazı lifleri tad duyusu ile ilgilidir.
(d) Foramen interventriculare'nin ön sınırını oluşturur.
(e) Büyük sinir demetleri tarafından oluşturulur.

19. Capsula interna için aşağıdakileren hangisi yanlıştır?
(a) Aşağıda mesencephalon'un tectum'u ile devam eder.
(b) Ön (crus anterius) ve arka (crus posterius) olmak üzere iki bacağa sahiptir.
(c) Genu ve arka bacağın ön kısmı kortikobulbar ve kortikospinal lifleri içerir.
(d) Medialde nucleus lentiformis ile komşudur.
(e) Aşağıda corona radiata ile devam eder.

20. Bazal ganglionlar ile ilgili olarak, aşağıdaki bilgilerden hangisi doğrudur ?
(a) Nucleus caudatus, nucleus lentiformis'e bitişik değildir.
(b) Corpus striatum, kas hareketleri ile ilgilidir.
(c) Nucleus lentiformis medialde, capsula externa ile komşudur.
(d) Nucleus lentiformis horizontal kesitlerde oval şeklindedir.



Şekil 7-31 Beynin horizontal kesitinin üstten görünüşü.

(e) Corpus amygdaloideum, bazal ganglionlardan biri değildir.

Eşleştirme soruları: Açıklama: Aşağıdaki soruları, Şekil 7-31'de gösterilen ve sol tarafta verilen numaralar ile sağ tarafta verilen yapıları uygun olarak eşleştiriniz. Her harfli seçenek, birkere, birden fazla seçilebilir veya hiç seçilmeyebilir.

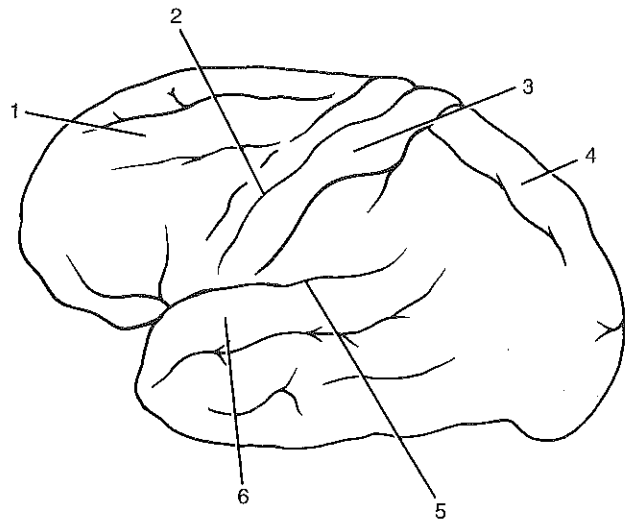
21. No 1 (a) Radiatio optica
22. No 2 (b) Sulcus lateralis
23. No 3 (c) Nucleus lentiformis
24. No 4 (d) Lateral ventrikülün ön boynuzu (cornu anterius)
25. No 5 (e) Yukarıdakilerden hiçbiri

Aşağıdaki soruları, Şekil 7-32'de gösterilen ve sol tarafta verilen numaralar ile sağ tarafta verilen yapıları uygun olarak eşleştiriniz. Her harfli seçenek, birkere, birden fazla seçilebilir veya hiç seçilmeyebilir.

26. No 1 (a) Sulcus centralis
27. No 2 (b) Gyrus postcentralis
28. No 3 (c) Gyrus temporalis superior
29. No 4 (d) Lobulus parietalis superior
30. No 5 (e) Yukarıdakilerden hiçbiri
31. No 6

Açıklama: Aşağıdaki olguyu sorular takip etmektedir. Olguyu okuduktan sonra, harfli bir doğru yanıtı seçiniz.

70 yaşındaki hipertansiyonlu bir adam sağ bacağında uyuşma ve sağ tarafta ani oluşan hemiparezi ile acil servise getirilmiştir. MR ve aksiyel CT çekilmiştir. MR 'da yatay olarak lateral ventriküllerin içinden geçen, sol thalamus'da meydana gelen küçük bir kanama görülmüştür. 2 gün sonra felç durumu çok düzelmiştir ve hasta uyuşukluğunun yok olduğunu ifade etmiştir. Bir hafta sonra hasta taburcu olmuş ve olaysız geçen bir iyileşme



Şekil 7-32 Sol serebral hemisferin lateral görünümü.

dönemi geçirmiştir. Hastanın hipertansiyonu uygun ilaçla kontrol altına alınmıştır.

32. Sol thalamus'un komşulukları ile ilgili bilgilerinizi kullanarak geçici sağ hemiparezi ve uyuşukluğu açıklayan cümleyi seçiniz.
    (a) Kanama III. ventrikülde olmuştur.
    (b) Thalamus'taki kanama lateralde sol capsula interna'nın crus posterius'una doğru uzanmıştır.
    (c) Kanama az miktardadır ve thalamus'un sol tarafı ile sınırlıdır.
    (d) Kanama az miktardadır ve sol thalamus'un lateral kısmında meydana gelerek sol capsula interna'da geçici ödem yaratmıştır.
    (e) Kanama, dış yanda sol lateral ventriküle uzanmıştır.
33. Hipertansiyonlu hastanın thalamus'unda küçük bir kanama olmuştur. Kanamanın en olası nedenini seçiniz.
    (a) Hasarlı, küçük talamik arterlerin biri kanamış olabilir.
    (b) Thalamus'u direne eden küçük venlerden bir kanamış olabilir.
    (c) Thalamus'u besleyen arterlerde vazokonstriksiyon meydana gelmiş olabilir
    (d) Thalamik arterlerin etrafındaki sinirsel doku yumuşamış olabilir.
    (e) Hastanın hipertansiyonu ile geçirdiği thalamik kanama arasında hiç bir ilişki yoktur.

Şiddetli sağ kulak ağrısı olan 8 yaşındaki erkek çocuk, bir pediatrist'e götürülür. Semptomlar 7 gün önce başlamış ve ağrı gittikçe şiddetlenmiştir. Muayenede, sağ kulakta şiddetli bir otitis media ile birlikte akut mastoidit saptanır. Muayene sürerken çocuk kusar. Ateşi biraz yüksek olarak saptanır. Baş ağrısının ciddiyeti, bulantı ve kusma olması nedeniyle doktor, MRI çekilmesine karar verir. Sonuçta, iyi sınırlı sağ serebral abse saptanır.

34. Bu hastada, serebral abse büyük olasılıkla sağ hemisferin hangi bölgesinde yer almıştır ?
    (a) Lobus frontalis
    (b) Thalamus
    (c) Lobus occipitalis
    (d) Lobus temporalis
    (e) Cuneus

ÇALIŞMA SORULARININ YANITLARI

1. B doğru'dur. Diencephalon, lateralde capsula interna tarafından sınırlanır (Bkz. Şek. 7-1). A. Diencephalon önde, foramen interventriculare'ye kadar uzanır (Bkz. Şek.7-3). C.Thalamus, III. ventrikülün lateral duvarında yer alır (Bkz. Şek.7-3). D. Epithalamus, habenular çekirdekler, onların bağlantıları ve pineal bezden oluşur (Bkz. s. 255). E. Diencephalon, arkada aquaeductus cerebri'ye kadar uzanır.
2. B doğru'dur. Pineal bez, yüksek miktarda melatonin içerir (Bkz. s.256). A. Pineal salgılar, x-rays için translusenttir. C. Melatonin, hipofiz bezinin ön lobundan salgılanan gonadotropik hormonların salınımını inhibe eder (azaltır) (Bkz. s.256). D. Karanlıkta, pineal bezin salgılarının üretiminde artış vardır. E. Pinealositler, sempatik sinir sonlanmaları tarafından stimüle edilir / uyarılır (Bkz. 256).
3. A doğru'dur. Thalamus, diencephalon'un en büyük bölümüdür ve olfaktor yollar hariç bütün esas duyu yollarının aktarma merkezi olarak görev yapar (Bkz. s.251). B. Thalamus, nuc. lentiformis'ten capsula interna ile ayrılır (Bkz. Şek.7-1). C. Thamus, foramen interventriculare'nin arka sınırını oluşturur (Bkz. Şek.7-3). D. Thalamus, karşı taraf thalamus'una adhesio interthalamica ile bağlanabilir (Bkz. s.253). E. Thalamus, büyük, ovoid şekilli gri madde kitlesidir (Bkz. Şek.7-4).
4. D doğru'dur. Hypothalamus, hipofiz hormonlarının salınmasında önemli bir rol oynar (Bkz. s. 388). A. Hypothalamus, sulcus hypothalamicus'un aşağısında, III.ventrikülün tabanı ve lateral duvarının alt bölümünü oluşturur (Bkz. Şek.7-3). B. Caudal'de / aşağıda hypothalamus, mesencephalon'un tegmentumu ile kaynaşır (Bkz. s.257). C. Hipotalamus çekir-

dekleri, küçük sinir hücreleri gruplarından oluşur (Bkz. s.256). E. Corpus mamillare'ler, hypothalamus'un bir bölümüdür (Bkz. s. 256).

5. C doğru'dur. Hypothalamus, medulla spinalis ve beyindeki sempatik ve parasampatik çıkış bölgelerine efferent lifler gönderir (Bkz. s.387). A. Hypothalamus, otonom ve endokrin sistemlerin faaliyetleri üzerinde etkilidir (Bkz. s. 257). B. Hypothalamus, çok sayıda afferent visseral ve somatik duyu lifleri alır (Bkz. s. 386). D. Hypothalamus, su metabolizması regülasyonunda yardımcı rol oynar (Bkz. s. 391). E. Hypothalamus emosyonel durumların kontrolünde rol oynar (Bkz. s. 391).
6. A doğru'dur. Üçüncü ventrikül'ün arka duvarı, recessus pinealis ve aqueductus cerebri açıklığı tarafından oluşturulur (Bkz. Şek.7-3). B. III. ventrikül, foramen interventriculare'ler aracılığı ile lateral ventriküllere bağlanır (Bkz. Şek. 7-14). C. Vasküler tela choroidea, plexus choroideus'u oluşturmak üzere III. ventrikülün tavanından girer (Bkz. Şek. 7-3). D. III. ventrikülün tabanında önden arkaya doğru şunlar bulunur: chiasma opticum, tuber cinereum ve corpus mamillare (Bkz. s.257). E. III. ventrikülün duvarı, ependim ile örtülüdür.
7. D doğru'dur.
8. A doğru'dur.
9. E doğru'dur. Oluşum, septum pellucidum'dur.
10. B doğru'dur.
11. C doğru'dur.
12. E doğru'dur. Oluşum, thalamus'tur.
13. E doğru'dur. Oluşum, splenium corporis callosi'dir.
14. D doğru'dur. Fissura longitudinalis cerebri'nin derinliğinde, corpus callosum orta hattı çaprazlar (Bkz. Şek. 7-6). A. Fissür, orak şeklindeki bir dura kıvrıntısı olan falx cerebri'yi içerir (Bkz.s. 428). B. Fissura longitudinalis cerebri, arteria cerebri media'ları içermez; bu arterler, sulcus lateralis'lerde yer alır (Bkz. s. 475). C. Sinus sagittalis superior, fissura longitudinalis cerebri'nin üstünde yer alır (Bkz. s. 433). E. Sinus sagittalis inferior, fissura longitudinalis cerebri'deki falx cerebri'nin alt kenarında yer alır (Bkz. s. 433).
15. A doğru'dur. Sulcus centralis, serebral hemisferin medial yüzünde de uzanır (Bkz.Şek. 7-8). B. Frontal lob, sulcus centralis'in önünde yer alır (Bkz. Şek. 7-11). C. Parietal lob, sulcus centralis'in arkasında yer alır (Bkz. Şek. 7-11). D. Sulcus centralis aşağıda sulcus lateralis ile devam etmez (Bkz.Şek. 7-11). E. Arachnoidea mater, sulcus centralis içinde devam etmez (Bkz. s. 435).
16. B doğru'dur. Ventriculus lateralis, interventriküler foramen yolu ile III. ventrikülle bağlantı kurar (Bkz.Şek.7-3). A. Her bir lateral ventrikül içi serebrospinal sıvı ile dolu ve C harfi şeklindedir (Bkz. Şek. 7-14). C. Lateral ventrikülün pars centralis'i, parietal lob içerisinde yer alır (Bkz. s. 446). D. Lateral ventrikül, bir plexus choroideus içerir (Bkz. Şek. 7-1). Lateral ventrikül'ün cornu anterius'u frontal lob içinde yer alır (Bkz. Şek. 7-14).
17. C doğru'dur. Corpus callosum içerisindeki liflerin çoğu simetrik korteks alanlarını birbirine bağlar (Bkz. S. 265). A. Corpus callosum, septum pellucidum ile fornix'e bağlanır (Bkz. Şek. 7-3). B. Corpus callosum'un rostrum'u genu'yu lamina terminalis'e bağlar (Bkz. Şek. 7-3). D. Genu'nun lifleri, forceps minor olarak serebral hemisferin frontal lobu içinde öne doğru kavis yapar (Bkz. Şek. 7-16). E. Corpus callosum, yukarıda falx cerebri ile komşudur (Bkz. s.257).
18. B doğru'dur. Commissura anterior, laterale bükülünce sinir liflerinin ön demeti, tractus olfactorius ile birleşmek için öne dönerler (Bkz. s. 265). A. Commissura anterior, lamina terminalis'in üst bölümü içinde gömülüdür / yer alır (Bkz. Şek. 7-3). C. Commissura anterior'un bazı lifleri koku duyusu ile ilgilidir (Bkz.s. 265). D. Foramen interventriculare'nin ön sınırını commissura anterior değil; fornix'in columna anterior'u oluşturur (Bkz. Şek. 7-3). E. Commissura anterior, sinir liflerinin küçük bir demeti tarafından oluşturulur.
19. C doğru'dur. Capsula interna'nın genu ve arka bacağın (crus posterius) ön kısmı kortikobulbar ve kortikospinal lifleri içerir (Bkz. Şek. 7-18). A. Capsula interna, aşağıda mesencephalon'un crus cerebri'si ile devam eder (Bkz. Şek. 7-20). B. Capsula interna, nuc. lentiformis'in etrafını dolanır; ön (crus anterius), arka (crus posterius) ve genu olmak üzere üç bölüme sahiptir (Bkz. Şek. 7-18). D. Capsula interna, lateral'de nucleus lentiformis ile komşudur (Bkz. Şek. 7-18). E. Capsula interna, yukarıda corona radiata ile devam eder (Bkz. Şek. 7-20).
20. B doğru'dur. Corpus striatum, kas hareketlerinin kontrolü ile ilgilidir (Bkz. s.320). A. Nucleus caudatus'un caput'u nucleus lentiformis'e tutunur (Bkz. Şek. 7-15). C. Nucleus lentiformis lateralde, capsula externa ile komşudur (Bkz. Şek. 7-13). D. Nucleus lentiformis horizontal kesitlerde kama şeklinde görülür (Bkz. Şek. 7-13). E. Corpus amygdaloideum, bazal ganglionlardan biridir (Bkz. s.319).
21. E doğru'dur. Oluşum, genu corporis callosi'dir.
22. C doğru'dur.
23. E doğru'dur. Oluşum lateral ventrikülün cornu posterius'udur.
24. E doğru'dur. Oluşum III. ventrikül'dür.
25. E doğru'dur. Oluşum, fornix'in columna anterior'udur.
26. E doğru'dur. Oluşum, gyrus frontalis medius'tur.
27. A doğru'dur.
28. B doğru'dur.
29. D doğru'dur.
30. E doğru'dur. Oluşum, sulcus lateralis'tir.
31. C doğru'dur.
32. D doğru'dur.
33. A doğru'dur.
34. D doğru'dur.

Ek Okumalar

Brzezinski, A. Melatonin in humans. *N. Engl. J. Med.* 336:186, 1997.

Cassone, V. M. Effects of melatonin on vertebrate circadian systems. *Trends Neurosci.* 13:457, 1990.

Clark, C. M., Ewbank, D., Lee, V. M. Y., and Trojanowski, J. Q. Molecular pathology of Alzheimer's disease: Neuronal cytoskeletal abnormalities. In J. H. Growdon and M. N. Rossor (eds.), *The Dementias: Blue Books of Practical Neurology* (vol. 19, pp. 285–304). Boston: Butterworth-Heinemann, 1998.

Crosby, E. C., Humphrey, T., and Lauer, E. W. *Correlative Anatomy of the Nervous System.* New York: Macmillan, 1962.

Goetz, C. G. *Textbook of Clinical Neurology* (2nd ed.). Philadelphia: Saunders, 2003.

Guyton, A. C., and Hall, J. E. *Textbook of Medical Physiology* (11th ed.). Philadelphia: Elsevier Saunders, 2006.

Kawas, C. H. Early Alzheimer's disease. *N. Engl. J. Med.* 349:1056–1063, 2003.

Kehoe, P., Wavrant-De Vrieze, F., Crook, R., et al. A full genome scan for late onset Alzheimer's disease. *Hum. Mol. Genet.* 8:237–245, 1999.

Martin, J. B. Mechanisms of disease: Molecular basis of the neurodegenerative disorders. *N. Engl. J. Med.* 340:1970–1980, 1999.

Marx, J. New gene tied to common form of Alzheimer's disease. *Science* 281:507–509, 1998.

Neve, R. L., and Robakis, N. K. Alzheimer's disease: A re-examination of the amyloid hypothesis. *Trends Neurosci.* 21:15–29, 1998.

Reiman, E. M., Caselli, R. J., Yun, L. S., Chen, K., Bandy, D., Minoshima, S., et al. Preclinical evidence of Alzheimer's disease in persons homozygous for the epsilon 4 allele for apolipoprotein E. *N. Engl. J. Med.* 334:752, 1996.

Rhoades, R. A., and Tanner, G. A. *Medical Physiology.* Boston: Little, Brown, 1995.

Selkoe, D. J. Molecular pathology of Alzheimer's disease: The role amyloid. In J. H. Growdon and M. N. Rossor (eds.), *The Dementias: Blue Books of Practical Neurology* (vol. 19, pp. 257–284). Boston: Butterworth-Heinemann, 1998.

Snell, R. S. Effect of melatonin on mammalian epidermal melanocytes. *J. Invest. Dermatol.* 44:273, 1965.

Standing, S. (ed.). *Gray's Anatomy* (39th Br. ed.) London: Elsevier Churchill Livingstone, 2005.

Swanson, L. W., and Sawchenko, P. E. Hypothalamic integration: Organization of the paraventricular and supraoptic nuclei. *Annu. Rev. Neurosci.* 6:269, 1983.

BÖLÜM 8

Çeviri: Dr. Cem KOPUZ
Dr. Mehmet YILDIRIM

SEREBRAL KORTEKSİN YAPISI VE FONKSİYONLARIN LOKALİZASYONU

Ondokuz yaşında bir kadın otomomobil kazası geçirdi. Emniyet kemeri takmıyordu ve otomobilden dışarı fırladı, ciddi baş yaralanmaları oldu. Acil tıbbi yetkililerce yapılan muayenede kadında bilinç kaybı gözlendi ve acil servise yatırıldı. 5 saat sonra bilinci yerine geldi ve iki hafta sonrasına kadar gözle görülür bir iyileşme oldu. Kazadan bir ay sonra sağ bacağında çok az zayıflık ile hastaneden ayrıldı; başka bir anormallik görülmedi. Hasta 4 ay sonra bir nörolog tarafından görüldü; çünkü sağ bacak ve ayağında ani ataklar oluyordu; ataklar sadece birkaç dakika sürüyordu. Bir hafta sonra hasta, sağ bacağını kapsayan ve sonra sağ koluna yayılan çok ciddi bir atak geçirdi; bu esnada bilincini yitirdi.

Nörolog, otomobil kazasında sekonder olarak serebral yara izinin sebep olduğu Jacksonian epileptik nöbetlerini teşhis etti. Kazadan hemen sonra sağ bacağın zayıflığına, sol presentral girus (gyrus precentralis)'un üst bölümünün yaralanması sebep oldu. İlk epilepsi atakları, kısmen değişikti ve buna bacağı temsil eden sol presentral girus alanının irritasyonu sebep oldu. Son atakta epileptik nöbet, diğer sol presentral girus alanlarına yayıldı; böylece vücudun sağ tarafının büyük kısmı tutuldu; hasta, bilincini kaybetti.

Serebral korteksin fonksiyonel lokalizasyon bilgisi, hekimin kesin tanı koymasını ve uygun tedavi yapmasını sağladı. Serebral skar dokusu, bir nöroşirurjen tarafından açık bir şekilde eksize edildi. Sağ bacakta küçük bir zayıflık yakınmasından başka hastanın ileri epileptik nöbetleri olmadı.

BÖLÜMÜN HEDEFİ

- İleri derecede kompleks serebral korteksin temel yapısını ve buradaki fonksiyonların lokalizasyonunu tanımlamak.

Serebral korteks (cortex cerebri), merkezi sinir sisteminin en üst düzeyidir ve her zaman alt merkezler ile birlikte görev yapar. Büyük miktarda bilgiyi alır ve belirli bir yöntemle uygun değişiklikler oluşturarak yanıt verir. Yanıtların bir kısmına bireyin yaşamı esnasında öğrenilen ve serebral korteksde depolanan programlar tarafından şekil verilirken, bunların çoğu genetik programlar tarafından etkilenir. Doktor, klinik semptom ve belirtiler temelinde, hemisferik yerleşimli lezyonları kullanabilir.

Serebral Korteks (Cortex Cerebri)'in Yapısı

Cortex cerebri, hemisferin komple bir örtüsü olarak şekillenir. Substantia grisea'dan yapılıdır ve yaklaşık 10 milyar nöron içerdiği tahmin edilmektedir. Korteksin yüzey alanı fissürler veya sulkuslar (sulci) ile ayrılmış konvulasyonlar veya giruslar ile arttırılmıştır. Korteksin kalınlığı 1.5-4.5 mm arasında değişir. Korteks, gyrus'un tepesi üzerinde en kalın ve sulcus'un derinliğinde en incedir. Serebral korteks, merkezi sinir sisteminin başka bir yerindeki gri cevher gibi sinir hücreleri, sinir lifleri, nöroglia ve kan damarlarından oluşur. Serebral korteksde sinir hücrelerinin aşağıdaki tipleri bulunur. (1) Piramidal hücreler, (2) Stellat hücreler, (3) Fuziform hücreler, (4) Cajal'ın horizontal hücreleri, (5) Martinotti hücreleri (Şek. 8-1).

Serebral Korteksin Sinir Hücreleri

Piramidal hücreler (neuria pyramidale), hücre gövdelerinin şekline göre adlandırılırlar (Şek. 8-1). Hücre gövdelerinin çoğu 10-50 μm uzunluğundadır. Fakat aynı zamanda gövde uzunluğu 120 μm olan **Betz hücreleri** olarak bilinen dev piramidal hücreler vardır. Bunlar, lobus frontalis'in motor gyrus precentralis'inde bulunurlar.

Piramidal hücrelerin tepeleri korteksin pial yüzeyine doğrudur. Herbir hücrenin tepesinden bir apikal dendrit piaya doğru kolleteral dallara ayrılarak uzanır. Bazal köşelerden birkaç bazal dentrit dışyana doğru sarıcı neuropil içine uzanır. Herbir dendrit, diğer nöronların aksonları ile sinaps yapmak üzere çok sayıda **dentritik dikenlere** sahiptir. (Şek. 8-1) Akson, hücre gövdesinin tabanından çıkar; ya derin kortikal tabakalarda sonlanır ya da çok daha yaygın olarak serebral hemisferin beyaz cevherine projeksiyon, asosiasyon veya komissural lif olarak girer.

Küçük boyutlarından dolayı bazen granüler hücreler olarak adlandırılan **stellat hücreler**, poligonal şekilde olup, 8 μm çapındadırlar (Şek.8-1). Bu hücreler, çok dallanan dendritlere, bir komşu nöronda sonlanan nispeten kısa bir aksona sahiptirler.

Fuziform hücreler'in, uzun eksenleri yüzeye diktir ve esas olarak derin tabakalarda yoğunlaşırlar (Şek. 8-1). Dendritler, hücre gövdesinin herbir kutbundan çıkarlar. Yüzeyel dendrit, korteksin yüzeyine doğru uzanıp yüzeyel tabakalarda dallanırken, altdaki dendrit aynı hücre tabakası içinde dallanır. Akson, hücre gövdesinin alt bölümünden doğar ve beyaz cevhere bir projeksiyon, asosiasyon veya komissural lif olarak girer.

Cajal'ın horizontal hücreleri (neuronum horizontale) küçük, fuziform ve horizontal konumlanmış olup korteksin en yüzeyel tabakalarında bulunurlar (Şek. 8-1) Bir dendrit, hücrenin herbir ucundan çıkar; bir akson piramidal hücrelerin dendritleri ile bağlantı kurarak korteksin yüzeyine paralel olarak uzanır.

Martinotti hücreleri, korteksin tabakaları boyunca bulunan küçük, multipolar hücrelerdir (Şek. 8-1). Hücre, kısa dendritlere sahiptir; fakat akson korteksin pial yüzeyine doğrudur; çoğunluğu en yüzeyel tabakada olmak üzere daha yüzeyel bir tabakada sonlanır. Akson, seyri boyunca, az sayıda kısa kollateral dallar verir.

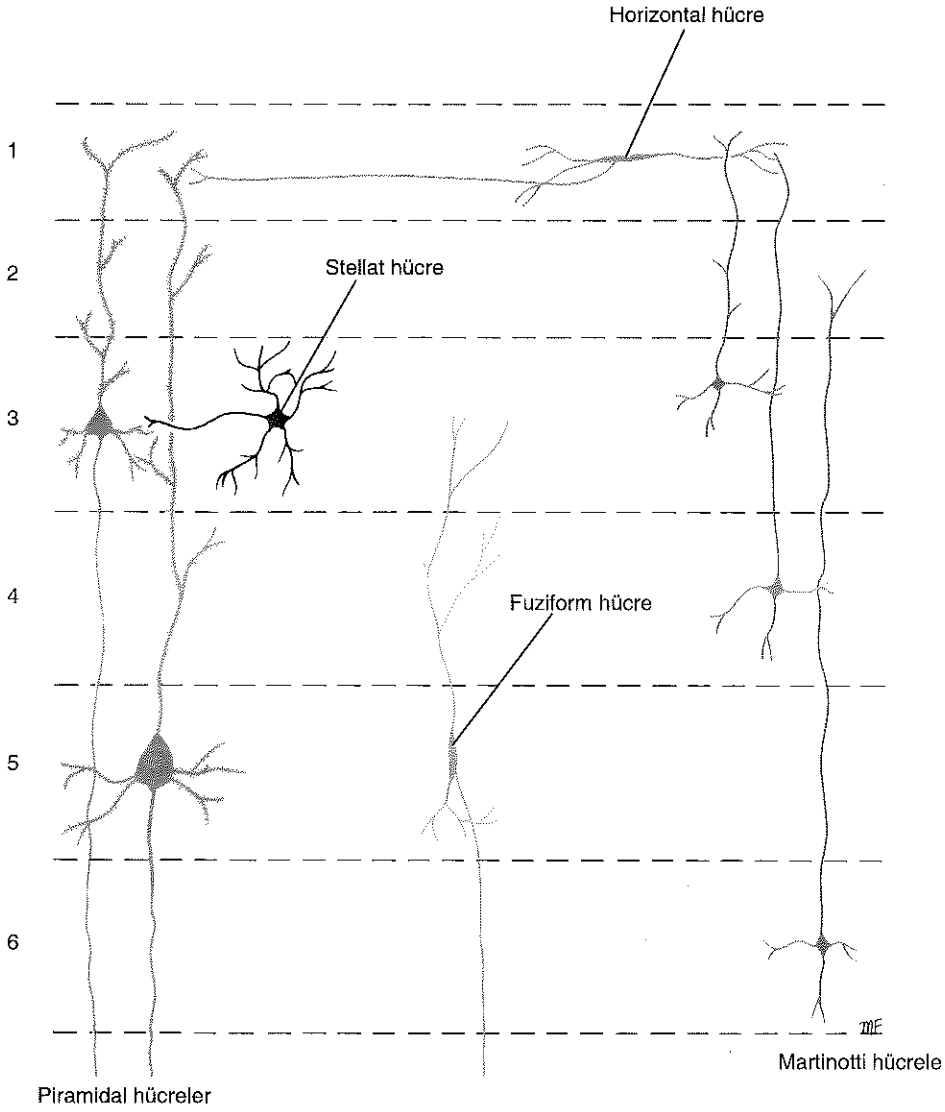
Serebral Korteksin Sinir Lifleri

Serebral korteksin sinir lifleri, ışınsal (radier) ve tanjensiyal olarak düzenlenmiştir (Şek. 8-2 ve 8-3). **Işınsal lifler**, kortikal yüzeye dik açı yapacak şekilde uzanırlar. Bunlar, kortekste sonlanan afferent projeksiyon, asosiasyon ve komissural lifleri; serebral hemisferin beyaz cevherinin projeksiyon, asosiasyon ve kommissural liflerini oluşturmak üzere korteksden ayrılan piramidal, stellat ve fuziform hücrelerin aksonlarını içerir.

Tanjensiyal lifler, kortikal yüzeye paralel yer alırlar ve çoğunluğu afferent liflerin kollateral ve terminal dallarıdırlar. Aynı zamanda horizontal, stellat hücrelerin aksonlarını, piramidal ve fuziform hücrelerin kollateral dallarını içerir. Horizontal (tanjensiyal) lifler, 4. ve 5. tabakalarda en yoğun olarak bulunurlar ki, bu tabakalar **Baillarger'in iç ve dış bantları** olarak anılır (Şek. 8-2 ve 8-3). Özellikle duyu alanlarında iyi gelişmiş olan **Baillarger bantları**, talamokortikal liflerin terminal bölümlerinin aşırı yoğunlaşmasından oluşurlar. Görme korteksinde **Baillarger bandı** çıplak gözle görülebilecek kadar kalın olup, bu **Gennari striası** olarak bilinir. Bu belirgin bantdan veya striadan dolayı sulcus calcarinus'un duvarlarındaki görme korteksi bazen "**sitriat korteks**" olarak adlandırılır.

Serebral Korteksin Tabakaları

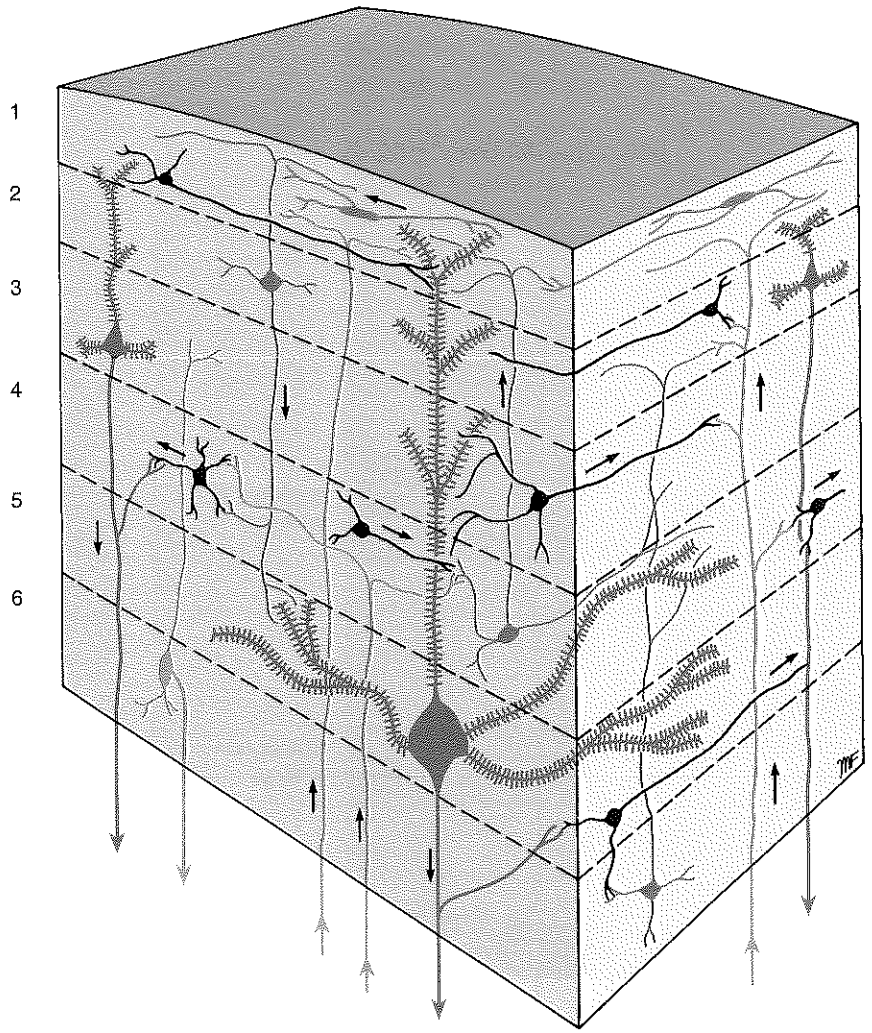
Tarifsel amaçlar için serebral korteksi, hücrelerininin tipi, yoğunluğu ve düzenlenişine göre tabakalara ayırmak



Şekil 8-1 Serebral kortekste bulunan başlıca nöronların tipleri

adet olmuştur (Şek. 8-1 ve 8-3). Burada tabakaların karekteristik özellikleri ve adları tanımlanmakta; bölgesel farklılıklar tartışılmaktadır.

1. **Stratum moleculare (pleksiform tabaka).** En yüzeyel tabakadır; tanjensiyel olarak yerleşmiş yoğun bir sinir lifi ağından oluşur (Şek.8-1 ve 8-3). Bu lifler, piramidal ve fuziform hücrelerin apikal dendritlerinden, Martinotti ve stellat hücrelerin aksonlarından kaynak alırlar. Aynı zamanda thalamus'dan orjin alan ve komissural lifler ile ilişkili afferent lifler yardır. Bu sinir lifleri arasında tek tük Cajal'ın yassı horizontal hücreleri bulunur. Korteksin bu en yüzeyel tabakası, farklı nöronlar arasında çok sayıda sinapsın olduğu yerdir.
2. **Stratum granulare externum.** Bu tabaka çok sayıda küçük piramidal ve stellat hücreleri içerir (Şek. 8-1 ve 8-3). Bu hücrelerin dendritleri moleküler tabakada sonlanırlar; aksonları daha derin tabakalara girerek burada sonlanırlar veya serebral hemisferin beyaz cevherine girerler.
3. **Stratum neuronorum pyramidalium externum.** Bu tabaka, hücre gövdesi büyüklüğü, yüzeyden derine doğru artan piramidal hücrelerden oluşur (Şek. 8-1 ve 8-3). Apikal dendritler moleküler tabakaya girerler; aksonlar projeksiyon, assosiasyon veya komissural lifler olarak beyaz cevhere girerler.
4. **Stratum granulare internum.** Bu tabaka sıkı bir şekilde kümelenmiş stellat hücrelerden oluşmuştur (Şek. 8-1 ve 8-3). **Baillarger'in dış bandı** olarak bilinen yoğun horizontal lifler vardır.
5. **Stratum neuronorum pyramidalium internum (ganglionik tabaka).** Bu tabaka, çok büyük ve orta büyüklükte piramidal hücreler içerir (Şek. 8-1 ve 8-3). Piramidal hücreler arasında dağınık Martinotti hücreleri ve stellat hücreler; ayrıca çok sayıda horizontal yönde uzanan **Baillarger'in iç bandını** oluşturan lifler vardır (Şek.8-3). Gyrus precentralis'in motor korteksinde bu tabakanın piramidal hücreleri çok büyüktür ve **Betz hücreleri** olarak adlandırılırlar. Bu hücreler **tractus pyramidalis** veya **tractus corticospinalis**'in projeksiyon liflerinin yaklaşık %3'ünü teşkil eder.



Şekil 8-2 Serebral korteksin nöronal bağlantıları. Afferent ve efferent liflerin varlığına dikkat ediniz.

6. **Stratum neuronorum fusiformium (polimorfik hücreler tabakası).** Hücrelerin çoğu fuziform şekilde olduğu halde, birçoğu hücre gövdeleri üçgen veya oval olan piramidal hücrelere değişmiştir (Şek. 8-1 ve 8-3). Aynı zamanda Martinotti hücreleri, bu tabakada göze çarpar. Alttaki beyaz cevhere giren veya çıkan çok sayıda sinir lifi bulunur.

Kortikal Yapıdaki Varyasyonlar

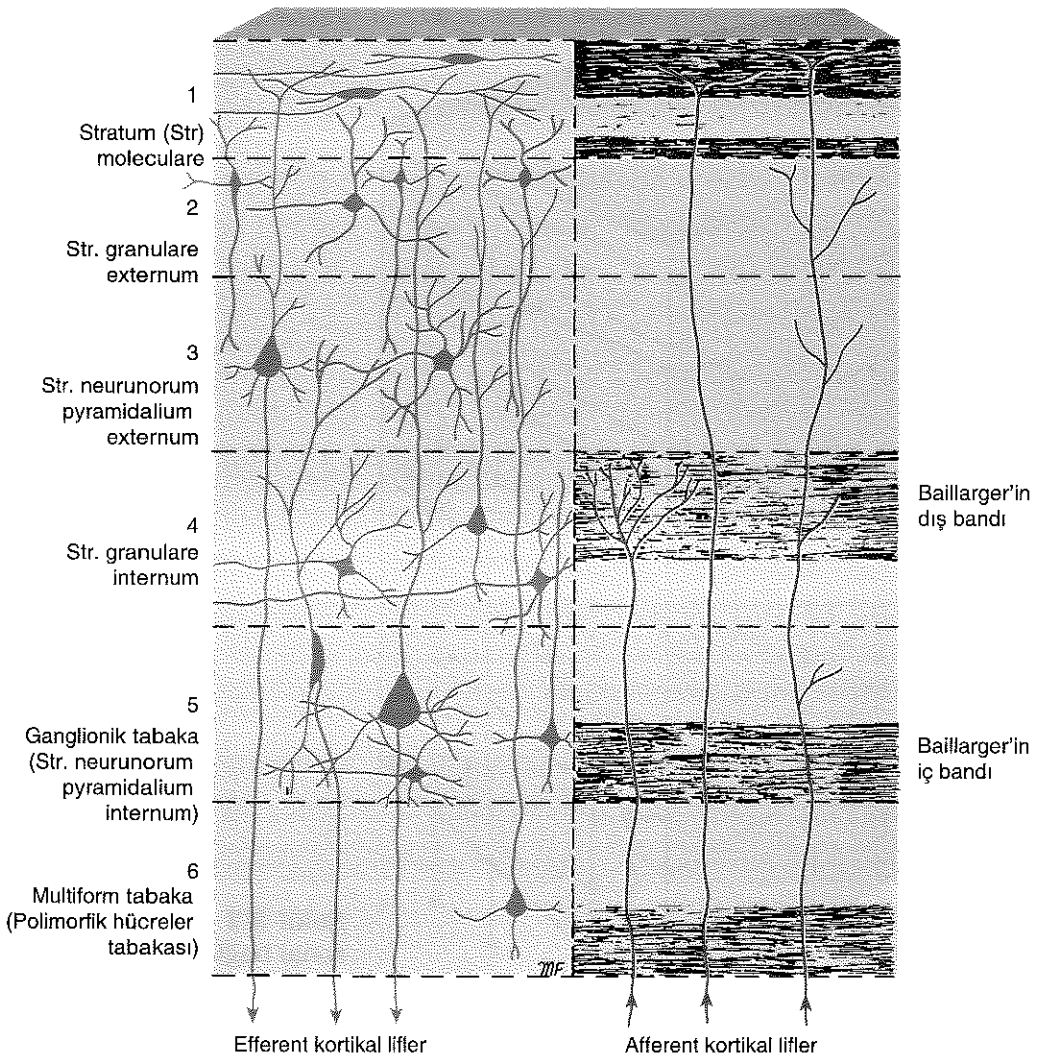
Yukarıda kullanılan kortikal tabakaların numaralanma ve nomenklatür sistemi Brodmann (1909)'ınkine benzerdir. Serebral korteksin tüm alanlarının 6 tabakaya sahip olmadığını kavramak önemlidir. 6 esas tabakanın tanımlanamadığı korteks alanları **heterotipik**; aksine 6 tabakaya sahip olanlar **homotipik** olarak adlandırılır. İki heterotipik alan tanımlanır: granüler ve agranüler tip.

Granüler tipte granüler tabakalar iyi gelişmiştir ve yoğun stellat hücrelerden oluşur (Şek 15-3). Böylece 2 den 5'e kadar tabakalar, predominant olarak tek bir granüler hücre tabakası oluşturma eğiliminde olup, 2. ve 4. tabakalar iyi, 3. ve 5. tabakalar zayıf gelişmiştir. Bu hücreler, talamokortikal lifleri alırlar. Granüler tip korteks, gyrus postcentralis, gyrus temporalis superior ve hippokampal girus'un bölümlerinde bulunur.

Agranüler tip korteksde granüler tabakalar az gelişmiş olup 2. ve 4. tabakalar pratik olarak yok kabul edilir (Şek. 8-3). 3. ve 5. tabakalarda piramidal hücreler yoğun ve çok büyüktürler. Agranüler tip korteks, gyrus precentralis ve frontal lobun diğer alanlarında bulunur. Bu alanlar, çok sayıda motor fonksiyonla ilgili efferent lifler verir.

Serebral Korteksin Mekanizmaları

Son yıllarda, elektrofizyolojik, histokimya, immünohistokimya ve diğer mikroskopik teknikleri içeren geniş araştırma, cerebral korteksin nöronlarının bağlantıları ile ilgili bilgimizde büyük bir artışa neden olmuştur. Bu bilgi, can-



Şekil 8-3 Sağ tarafta sinir liflerinin, sol tarafta nöronların gösterildiği serebral korteksin tabakaları.

lıda elektroensefalogramlar (EEG), pozitron emisyon tomografi (PET) ve magnetik rezonans görüntüleme (MRI) kullanarak yapılan insan serebral korteks fonksiyonları çalışmasının yeni metodları ile birleştirilmiş, böylece serebral korteksin farklı alanları ve farklı tabakalarının fonksiyonları ile ilgili yeni bir anlaşılmaya yol açmıştır. Bununla beraber, yeni bilginin çoğu, şu anda sadece gerçek verilerdir ve klinik uygulamada kullanılamaz.

Serebral korteks, yaklaşık 300 ile 600 mikron genişliğinde ölçülen fonksiyonel vertikal birimler veya sütunlara ayrılır (Şekil 8-2). Duyu korteksinde örneğin, her bir sütun, bir tek özel duyu fonksiyonuna yardım eder. Böyle bir fonksiyonel birim, kortikal yüzeyden beyaz cevhere uzanan tüm altı tabakayı kapsar. Her bir unit, afferent lifler, ara nöronları ve efferent lifleri içerir. Bir afferent lif, doğrudan doğruya bir efferent nöron ile sinaps yapabilir veya nöronların vertikal zincirlerini kapsayabilir.Nöronların bu tek vertikal zinciri, ayırmaya neden olabilir veya eksitasyon dalgası komşu vertikal zincirlere granüler hücrelerin kısa aksonları aracılığı ile yayılabilir. Cajal'ın horizontal hücreleri, gelen afferent liften biraz uzak mesafede yer alan vertikal birimlerin aktivasyonuna izin verir (Şekil 8-2). Dış yanda bir sutundan, komşu bir sütuna veya biraz uzak mesafede sutunlara gelen bilgi girişinin yayılımı, bireyin duyu inputunun doğasını anlama oluşumunu başlatmasına izin verebilir.

KORTİKAL ALANLAR

Geçen yüzyılda insanlardaki klinikopatolojik çalışmalar, hayvanlardaki elektrofizyolojik ve kesip-çıkarma çalışmaları, serebral korteksin farklı alanlarının fonksiyonel olarak özelleştiğini göstermiştir. Bununla beraber, Brodmann tarafından tanımlandığı gibi, korteksin farklı spesifik alanlara bölünmesi konuyu fazla basitleştirir ve oku-

Tablo 8-1 Serebral Korteksin Bazı Temel Anatomik Bağlantıları

Fonksiyon	Orijin	Kortikal Alan	Sonlanışı
Duyu			
Somatik duyu (çoğu vücudun karşı tarafına; oral, aynı tarafa; farinks, larinks, perine'ye bilateral)	Thalamus'un nuc. ventralis posterolateralis, nuc. ventralis posteromedialis'i	Primer somatik duyu alanı (B3,1 ve 2), gyrus postcentralis	Sekonder somatik duyu alanı; primer motor alan
Görme	Corpus geniculatum laterale	Primer görme alanı (B17)	Sekonder görme alanı (B18 ve 19)
İşitme	Corpus geniculatum mediale	Primer işitme alanı (B41 and 42)	Sekonder işitme alanı (B22)
Tad	Nuc. solitarius	Gyrus postcentralis (B43)	
Koku	Bulbus olfactorius	Primer olfaktor alan; periamigdaloid ve prepiriform alanlar	Sekonder koku alanı (B28)
Motor			
İnce hareketler (çoğu vücudun karşı tarafına; ekstraoküler kaslar, yüzün üst kısmı, dil, alt çene, larinks'e bilateral)	Cerebellum ve bazal çekirdekler; somatik duyu alanı; premotor alan'dan thalamus'a	Primer motor alan (B4)	Beyin sapının motor nukleusları ve medulla spinalis'in cornu anterius hücreleri; corpus striatum

B, Brodmann alanı.

yucuyu yanıltır. Kortikal bölgelerin basit olarak motor ve duyu alanlarına ayrılması hatalıdır; duyu alanlarının çoğu başlangıçda tanımlanandan çok daha yaygındır ve motor yanıtların duyu alanlarının uyarılması ile de elde edilebildiği bilinir. Çeşitli kortikal alanları tanımlamak için yeterli bir terminoloji yaratılıncaya kadar, temel kortikal alanlar, anatomik yerleşimlerine göre adlandırılacaktır.

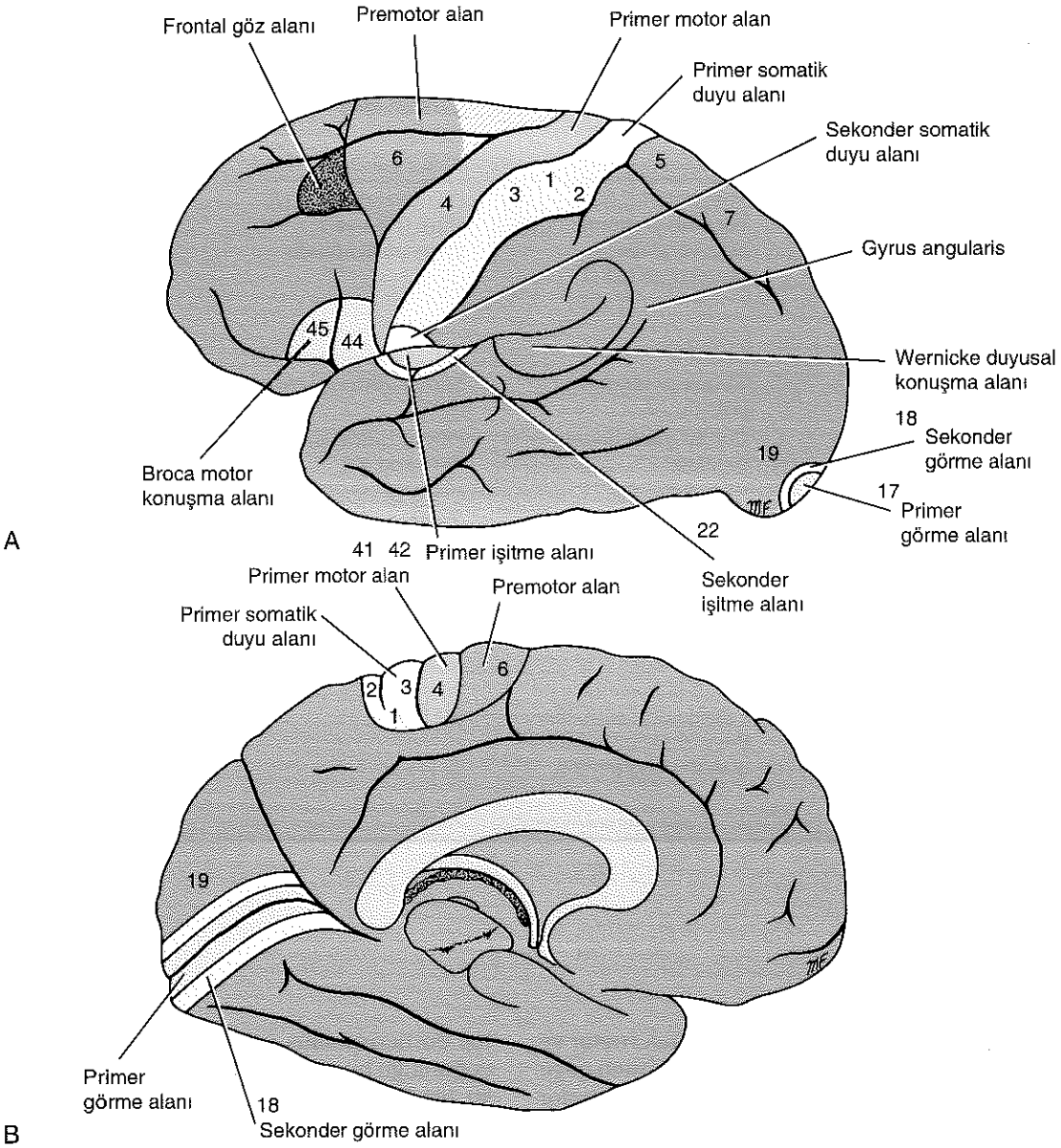
Serebral korteksin temel anatomik bağlantılarının bir kısmı Tablo 8-1'de özetlenmiştir.

Lobus frontalis

Presentral alan (area precentralis), gyrus precentralis'te bulunur; sulcus centralis'in ön duvarı ile gyrus frontalis superior, medius ve inferior'ların arka bölümlerini kapsar; hemisferin superomedial kenarı üzerinden lobulus paracentralis'e uzanır (Şek. 8-4). Histolojik olarak bu alanın karakteristik özelliği, piramidal sinir hücrelerinin hakimiyeti ve granüler tabakanın hemen hemen tümü ile yokluğudur. 120 μm uzunluğunda, 60 μm genişliğinde olan Betz'in dev piramidal hücreleri, gyrus precentralis'in üst bölümü ve lobulus paracentralis'te daha çok yoğunlaşmışlardır. Bu hücrelerin sayıları, gyrus precentralis'te öne doğru ve aşağıda sulcus lateralis'e doğru azalır. Tractus corticospinalis ve tractus corticobulbaris'in büyük çoğunluğu bu alandaki küçük piramidal hücrelerden orijin alır. Buradaki Betz hücrelerinin sayısının 25000-30000 arasında olduğu ve kortikosipinal liflerin yaklaşık sadece % 3'ünden sorumlu olduğu tahmin edilmektedir. Gyrus postcentralis ile oksipital ve temporal loblar (lobus occipitalis, lobus temporalis aynı zamanda inen yollara orijin verirler) da dahil olmak üzere sekonder somatosensorial alanlar sinir sistemine duyu girişini kontrol ederler; muskuler harekete neden olmazlar.

Presentral alan, arka ve ön bölgelere ayrılabilir. **Motor alan-primer motor alan** veya Brodmann'ın 4 nolu alanı olarak adlandırılan arka bölge, üst kenar üzerinde lobulus paracentralis'e uzanarak gyrus precentralis'i işgal eder (Şek. 8-4). Ön bölge, **premotor alan, sekonder motor alan** olarak bilinen Brodmann'ın 6, 8, 44, ve 45 nolu alanlarıdır. Ön bölge, gyrus precentralis'in ön bölümünü gyrus frontalis superior, medius ve inferior'ların arka bölümlerini kapsar.

Primer motor alan, elektriksel olarak uyarılırsa, spesifik bir hareketin performansı ile ilgili kas gruplarının kontraksiyonu da dahil olmak üzere vücudun karşı tarafında izole hareketler yaratır. İzole ipsilateral hareketler meydana gelmemesine karşın, ekstraoküler kaslar,



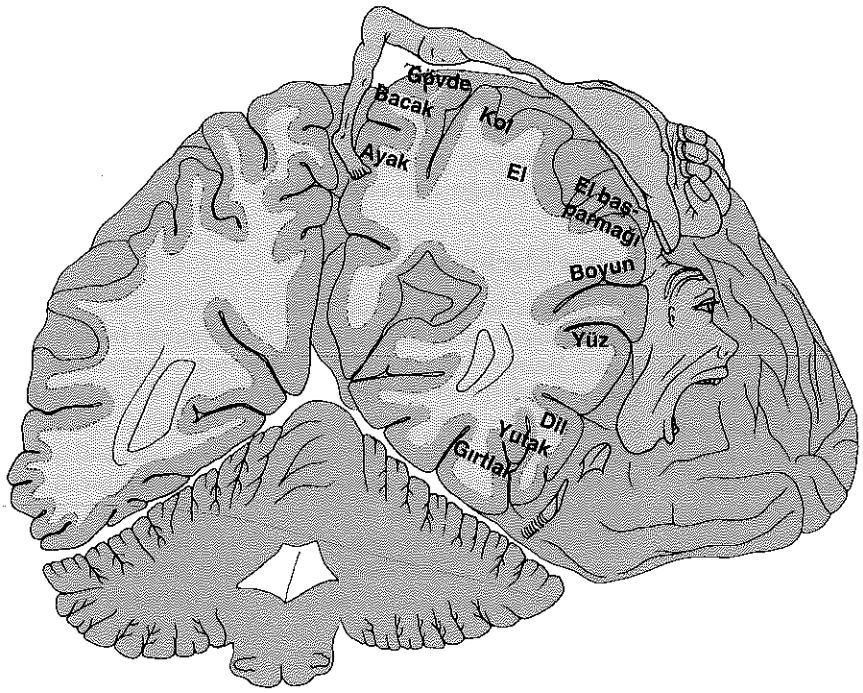
Şekil 8-4 Serebral korteksin fonksiyonel lokalizasyonu. **A:** Sol serebral hemisferin dışyan görünümü. **B:** Sol serebral hemisferin içyan görünümü.

yüzün üst bölümü, dil, mandibula, larinks ve farinks kaslarının bilateral hareketleri gerçekleşir.

Vücudun hareket alanları, gyrus precentralis'de ters olarak sembolize edilir (Şek.8-5). Aşağıdan başlıyarak yukarıya doğru yutmayı kapsayan yapılar, dil, çene, dudaklar, larinks, göz kapağı, alın ve kaş sıralanmıştır. Takip eden alan, özellikle başparmak, el, bilek,dirsek, omuz ve gövdenin hareketleri için yoğun bir bölgedir. Kalça, diz ve ayak bileğinin hareketleri presentral girus'un daha yukarıdaki alanlarında gösterilir; ayak parmakları, serebral hemisferin medial yüzünde lobulus paracentralis'te lokalizedir. Aynı zamanda anal ve vesikal sifinkterler lobulus paracentralis'te bulunur. Özel bir hareketi kontrol eden korteks alanı, hareketin becerikliliği (inceliği) ile orantılıdır; harekete katılan kas kitlesi ile ilişkili değildir.

Böylece primer motor alanın fonksiyonu, vücudun farklı bölümlerinin bireysel hareketlerini sağlamaktır. Bu fonksiyona katkı amacı ile premotor alan, duyu korteksi, talamus, beyincik ve bazal çekirdeklerden afferentler alır. Primer motor korteks, hareket modelinin dizaynından sorumlu değildir; fakat hareketin uygulama dizaynının uyarıma-harekete dönüştürülmesinde son istasyondur.

Premotor alan olan gyrus precentralis'in ön bölümü aşağıda dar, yukarıya doğru daha geniş olup, Betz'in dev piramidal hücrelerine sahip değildir. Pre-motor alanın elektriksel uyarılması, primer motor alanın uyarılması ile



Şekil 8-5 Gyrus precentralis'te motor homonkulus.

oluşan hareketlere benzer kas hareketleri meydana getirir; bununla beraber aynı derecede hareket oluşturmak için daha kuvvetli uyarı gereklidir.

Premotor alan, duyu korteksi, talamus ve bazal çekirdeklerden çok sayıda afferentler (input) alır. Premotor alanın işlevi, geçmiş deneyimler sonucu kurulan motor aktivite programlarını depo etmektir. Böylece premotor alan, primer motor alanın aktivitesini düzenler. Premotor alan özellikle bazal ganglionlar ile bağlantıları sayesinde kaba postural hareketlerin kontrolünde etkilidir.

Suplementer (yardımcı) motor alan, hemisferin medial yüzünde gyrus frontalis medialis'te ve lobulus paracentralis'in önündedir. Bu alanın uyarılması, kontralateral ekstremitelerin hareketleri ile sonuçlanır; fakat primer motor alanın uyarılmasından daha kuvvetli uyarı gereklidir. Suplementer alanın çıkarılması kalıcı hareket kaybı oluşturmaz.

Frontal göz alanı (Şek.8-4), gyrus precentralis'in yüz alanından, gyrus frontalis medius'a uzanır (Brodmann'ın 6,8 ve 9 nolu alanlarının bazı bölümleri). Bu bölgenin elektriksel uyarılması, özellikle karşı tarafa doğru gözlerin konjuge hareketlerine neden olur. Bu alandan çıkan sinir liflerinin kesin seyri bilinmemektedir; fakat sinir liflerinin colliculus superior'a ulaştığı düşünülmektedir. Colliculus superior, formatio reticularis aracılığı ile ekstraoküler kasların çekirdeklerine bağlanır. Frontal göz alanının, görme uyarılarına bağlı olmaksızın gözün istemli tarama (scanning) hareketlerini kontrol ettiği düşünülür. Gözler tarafından hareketli nesnelerin istemsiz takibi, frontal göz alanına assosiasyon lifleri ile bağlı olan, oksipital korteksin görme alanı ile sağlanır.

Broca'nın motor konuşma alanı (Şek.8-4), gyrus frontalis inferior'da sulcus lateralis'in ramus posterior ve ramus ascendens'i ile ramus ascendens ve anterior'u arasında bulunur (Brodmann'ın 44 ve 45 nolu alanları). Bireylerin çoğunda bu alan sol veya dominant hemisferde önemlidir; çıkarılması konuşma paralizisine neden olur. Sağ hemisferi dominant olan bireylerde; sağ taraftaki alan önemlidir. Bu bölgenin dominant olmayan hemisferde çıkarılması, konuşmayı etkilemez.

Broca'nın konuşma alanı, komşu primer motor alanlar ile bağlantıları sayesinde kelimelerin oluşumunu sağlar; larinks ağız dil, yumuşak damak ve solunum kasları uygun şekilde uyarılır.

Prefrontal korteks, presentral alanın önünde yer alan geniş bir alandır; gyrus frontalis superior, medius ve inferior; gyri orbitales, gyrus frontalis medialis'in büyük kısmı ve gyrus cinguli'nin ön yarısını kapsar (Brodmann'ın 9, 10, 11 ve 12. alanları). Çok sayıda afferent ve efferent yol, prefrontal alanı, serebral korteksin diğer alanları ile thalamus hypothalamus ve corpus striatum'a bağlar. Bu alanı frontopontin lifler, nuclei pontis aracılığı ile cerebellum'a bağlar. Forceps minor'un komissural lifleri ve genu corporis callosi, her iki serebral hemisferde bu alanları birleştirir.

Prefrontal alan, bireyin kişiliğinin oluşması ile ilgilidir. Çoğu kortikal ve subkortikal kaynaklardan gelen uyarıların sonucu olarak, kişinin duygusal derinliğini düzenler. Prefrontal alan, ayrıca bireysel girişim, karar verme ve yorumda da etkilidir.

Lobus Parietalis

Primer somatik duyu alanı (primer somatik duyu korteksi S1), (Şek. 8-4) hemisferin lateral yüzü üzerinde gyrus postcentralis'i ve medial yüzü üzerinde lobulus paracen-

tralis'in arka bölümünü (Brodmann'ın 3,1 ve 2 nolu alanları) kapsar. Histolojik olarak gyrus postcentralis'in arka bölümü sulcus centralis'i sınırlar (3. alan), granüler tiptedir ve sadece seyrek piramidal hücreleri içerir. **Baillarger'in dış tabakası geniş** ve çok belirgindir. Gyrus postcentralis'in arka bölümü (1 ve 2. alanlar) daha az granüler hücrelere sahiptir. Serebral korteksin primer somatik duyu alanları, thalamus'un nuc. ventralis posteromedialis ve nuc. ventralis posterolateralis'inden projeksiyon lifleri alır. Vücudun karşı yarısı ters olarak sembolize edilir. Faringeal bölge, dil, çeneler, gyrus postcentralis'in en alt bölümünde sembolize edilir; takiben yüz, parmaklar, el, kol, gövde ve uyluk gelir. Bacak ve ayak ile ilgili alanlar, hemisferin medial yüzü üzerinde lobulus paracentralis'in arka bölümünde bulunur. Anal ve genital bölgeler de lobulus paracentralis'de bulunurlar. Vücudun özel bir alanının kortekste temsili, onun büyüklüğünden daha çok fonksiyonel önemi ile ilgilidir. Yüz, dudaklar, el başparmağı, işaret parmağı özellikle daha büyük alanlarla temsil edilirler. Vücudun herbir bölümüne karşılık gelen kortikal alanın gerçek büyüklüğü, vucudun o bölümünde var olan duyu reseptörlerinin sayısı ile doğrudan orantılıdır.

Duyuların çoğu karşı taraf kortekse ulaştığı halde, ağız bölgesinden gelen duyuların bir kısmı aynı tarafa gider; farinks larinks ve perineden gelenler her iki taraf korteksine ulaşırlar. Afferent lifler kortekse girdiği zaman, dördüncü tabakadaki nöronları eksite eder ve sonra sinyaller serebral birimlerin yüzeyine ve derin tabakalara doğru yayılırlar. Çok sayıda akson korteksde dördüncü tabakadan ayrılır ve feedback sağlayarak thalamus, medulla oblongata'nın aşağıdaki yedek istasyonlarına ve medulla spinalis'e geçerler. Bu duyu feedback'i yaygın şekilde inhibitördür ve duyu girişinin şiddetini ayarlamaya yardım eder.

Sulcus centralis'de yerleşik gyrus postcentralis'in ön bölümü, kas iğcikleri, tendon organları ve eklem reseptörlerinden çok sayıda afferent lifler alır. Bu duyu bilgisi, duyu korteksinin vertikal sütunlarında analiz edilir; sonra öne doğru büyük oranda iskelet-kas aktivitesini etkileyen yer olan sulcus centralis'in altında primer motor kortekse geçer.

Sekonder somatik duyu alanı (sekonder somatik duyu korteksi S2) (Şek.8-4) sulcus lateralis'in ramus posterior'unun üst dudağındadır. Sekonder duyu alanı, primer duyu alanından daha küçük ve daha az önemlidir. Yüz alanı daha önde ve bacak alanı arkadadır. Vücut, karşı taraf dominant olacak şekilde bilateral olarak temsil edilir. Bu alanın ayrıntılı bağlantıları bilinmemektedir. Çoğu duyu impulsları primer alandan gelir ve çoğu sinyaller beyin sapından geçirilir. Bu alanın fonksiyonel önemi anlaşılmamıştır. Nöronların, özellikle hafif fırça dokunması veya deriye vuruş gibi kısa süreli deri uyarısına cevap verdiği gösterilmiştir.

Somatik duyu assosiasyon alanı, (Şek. 8-4) hemisferin içyan yüzü üzerine de uzanan lobulus parietalis superior'u kapsar (Brodmann'ın 5 ve 7 nolu alanları). Bu alan, korteksin diğer duyu alanları ile çok sayıda bağlantıya sahiptir. Esas fonksiyonunun, farklı duyuları almak ve düzenlemek (integre etmek) olduğuna inanılır. Örneğin görme yardımı olmaksızın kişinin elinde bulunan nesneleri tanımasını sağlar. Bir başka deyişle: somatik duyu asosiasyon alanı, yalnızca bir nesnenin boyut ve şekli ile ilgili bilgiyi almaz; aynı zamanda daha önceki duyu deneyimleri ile ilişkilidir; böylece bilgi yorumlanabilir ve tanıma oluşabilir. Bir insanın gözlerini kullanmaksızın, ele geçici olarak alınan madeni bir paranın büyüklük, şekil ve hissiyatı yardımıyla nikel veya yüzey yapısı özelliğinin ne olduğu ayırt edilebilir.

Lobus Occipitalis

Primer görme alanı (Brodmann'ın 17 nolu alanı), sulcus calcarinus'un arka bölümünün duvarlarında bulunur ve bazen hemisferin dışyan yüzü üzerinde oksipital kutup (polus occipitalis) etrafına uzanır (Şek.15-4). Makroskopik olarak bu alan, korteksin en ince bölümü olması ve vizuel striası ile tanınabilir; mikroskopik olarak sadece az sayıda piramidal hücrenin bulunduğu granüler tip bir korteks olarak görülür.

Görme korteksi, corpus geniculatum laterale'den afferent lifler alır. Lifler önce öne doğru temporal lobun beyaz cevherinde uzanır; sonra arkaya dönerek oksipital lobda primer görme korteksine ulaşır. Görme korteksi, retina'nın temporal yarısından ipsilateral lifler ve nazal yarısından kontralateral lifler alır. Bundan dolayı görme alanının sağ yarısı, sol serebral hemisferin görme korteksinde, sol yarısı sağ serebral hemisferin görme korteksinde temsil edilir. Üst retinal kadranlar, (alt görme alanı), sulcus calcarinus'un alt duvarında temsil edilirken, alt retinal kadranların (üst görme alanı) sulcus calcarinus'un üst duvarında temsil edilmesi önemlidir.

Retina'nın merkezi bölümü ve mükemmel görme alanı olan macula lutea, korteks'de 17 nolu alanının arka bölümünde temsil edilir ve görme korteksinin 1/3'ünden sorumludur. Retina'nın periferal bölümünden gelen görme impulsları, 17 nolu alanın ön bölümünde oksipital kutbun önündeki konsantrik halkalarda sonlanır.

Sekonder görme alanı (Brodmann'ın 18 ve 19 nolu alanları), hemisferin medial ve lateral yüzleri üzerinde primer görme alanının etrafında yer alır (Şek.8-4). Bu alan 17. alan ile diğer kortikal alanlar ve thalamus'dan afferent lifler alır. Sekonder görme alanının fonksiyonu, primer görme alanı tarafından alınan görme bilgisi ile geçmiş görme deneyimleri arasında ilişki kurmaktır. Böylece bireyin gördüğünü değerlendirme ve tanımasına olanak sağlar.

Oksipital göz alanının, insanlarda sekonder görme alanında bulunduğu düşünülür. (Şek.8-4). Uyarı, gözlerde özellikle karşı tarafa konjuge deviasyon oluşturur. Bu görme alanının fonksiyonunun, gözün bir objeyi izlerken gözün hareketleri ile bağlantılı refleks olduğuna inanılır. Her iki hemisferin oksipital görme alanları sinir yolları ile birbirlerine bağlı olduğu gibi aynı zamanda colliculus superior'a da bağlıdır. Bu bölgenin aksine, frontal göz alanı, gözün istemli tarama hareketlerini kontrol eder ve görme uyarısından bağımsızdır.

Lobus Temporalis

Primer işitme alanı (Brodmann'ın 41 ve 42 nolu alanları), Heschl girusunu kapsar ve sulcus lateralis'in alt duvarında bulunur (Şek.8-4). 41 nolu alan bir granüler tip

korteksdir. 42 nolu alan homotipiktir ve esas olarak bir işitme asosiasyon alanıdır.

İşitme alanına gelen projeksiyon lifleri, genel olarak corpus geniculatum mediale'den çıkar ve **capsula interna'nın radiatio acustica**'sını oluşturur. Primer işitme alanının ön bölümü, düşük frekanslı seslerin, arka bölümü yüksek frekanslı seslerin alınması ile ilgilidir. İşitme alanının tek taraflı bir lezyonu karşı tarafta daha fazla olmak üzere her iki kulakta kısmi sağırlık oluşturur. Bu,şu şekilde açıklanabilir: corpus geniculatum mediale aynı taraftan da bazı lifler almasına karşın, esas olarak karşı taraf Corti organından lifler alır.

Sekonder işitme alanı (işitme asosiasyon korteksi) sulcus lateralis'te primer işitme alanının arkasında ve gyrus temporalis superior'da bulunur (Brodmann'ın 22 nolu alanı). Thalamus'dan ve primer işitme alanından impulslar alır. Seslerin yorumlanması ve diğer duyu bilgisi ile işitme inputunun birlikteliği için sekonder işitme alanına gereksinim olduğu düşünülür.

Wernicke'nin duyusal konuşma alanı (Şek.15-4) sol dominant hemisferde, başlıca gyrus temporalis superior'da, sulcus lateralis'in arka ucunun parietal bölgeye olan uzantısı çevresinde bulunur. Wernicke alanı, **fasciculus arcuatus** olarak adlandırılan sinir lifi demeti aracılığı ile Broca'nın konuşma merkezine bağlantılıdır; oksipital lobtaki görme korteksinden ve gyrus temporalis superior'daki işitme korteksinden lifler alır.

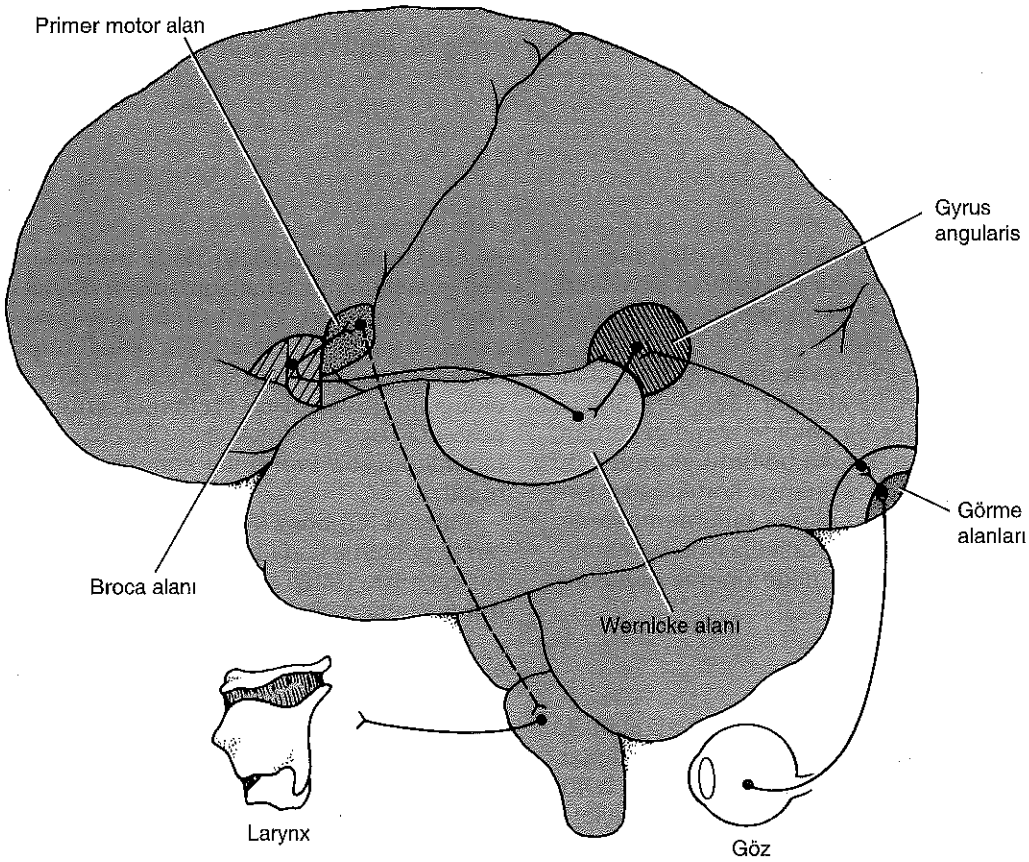
Wernicke alanı, yazılan ve konuşulan dili anlamayı sağlar; bir bireyin bir cümleyi okumasını, anlamasını ve onu yüksek sesle söylemesini mümkün kılar (Şekiller 8-6 ve 8-7).

Wernicke alanı, somatik, görme ve işitme asosiasyon alanlarının tümünün beraber temsil edildiği serebral korteks bölümünü temsil ettiği için, çok önemli bir alan olarak gözönüne alınması gerekir.

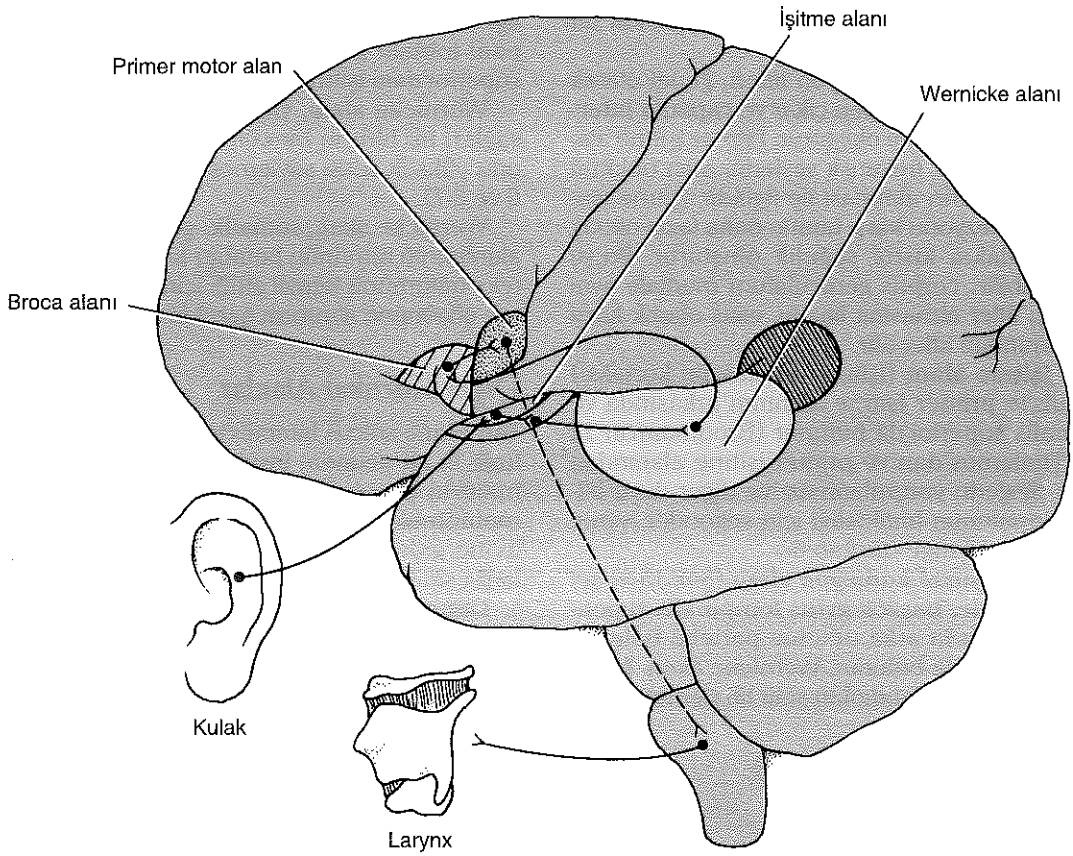
Diğer Kortikal Alanlar

Tad alanı, sulcus lateralis'in üst duvarı ve gyrus postcentralis'in alt ucunda, insula'nın yakınında bulunur (Brodmann'ın 43 nolu alanı). Nucleus solitarius'dan çıkan lifler, muhtemelen thalamus'un nuc. ventralis posteromedialis'ine gider ve burada kortekse lifler gönderen nöronlarda sinaps yaparlar.

Denge alanının, yüzün duyuları ile ilgili gyrus postcentralis'in komşu bölümünde yerleştiğine inanılır. Lokalizasyonu, gyrus temporalis superior'da, işitme alanının karşısındadır. Vestibular alan ve iç kulağın vestibuler



Şekil 8-6 Bir cümleyi okuma ve bunu sesli olarak tekrarlama ile ilgili olası sinir yolları.



Şekil 8-7 Bir soruyu işitme ve buna yanıt verme ile ilgili olası sinir yolları.

bölümü başın uzaydaki hareket ve pozisyonlarının değerlendirmesi ile ilgilidir. Sinir bağlantıları sayesinde gözlerin hareketleri ile gövde ve ekstremitelerin kasları, postürün sağlanmasını etkilerler.

Insula, sulcus lateralis'in döşemesini oluşturan, onun içinde gizlenmiş bir korteks alanıdır (Şek.7-9). Sulcus lateralis'in dudakları geniş bir şekilde ayrıldığı zaman, görülebilir. Histolojik olarak arka bölümü granüler, ön bölümü agranülerdir; böylece komşu kortikal alanlara benzer. Sinir bağlantıları tam olarak bilinmemektedir. Bu alanın, konuşma için gerekli artikülasyon hareketlerini planlama veya koordine etmede önemli olduğuna inanılır.

Asosiasyon Korteksi

Granüler korteks yapısındaki primer duyu alanları ile agranüler korteks yapısındaki primer motor alanlar, bütün kortikal yüzey alanının sadece küçük bir bölümünü oluştururlar; diğer alanlar 6 hücresel tabakaya sahiptir ve bundan dolayı homotipik korteks olarak adlandırılır. İşlevleri tam olarak bilinmemesine karşın, klasik olarak geri kalan bu geniş alanlar assosiasyon alanları olarak bilinir. Asosiasyon korteksinin, primer duyusal alanlardan bilgiyi aldığı, motor alanlara gönderdiği görüşü henüz kanıtlanmamıştır. Klinik çalışmalar ve hayvan deneyleri, korteksin bu alanlarının çok sayıda gelen ve giden uyarılara sahip olduğunu ve duyu tecrübelerinin yorumu, ayırt edilmesi, ve davranışla çok ilgili olduğunu göstermiştir. Prefrontal, anterior temporal ve posterior parietal olmak üzere üç esas assosiasyon alanı tanımlanmıştır. Prefrontal korteks sayfa 296'da anlatılmıştır.

Anterior temporal korteksin önceki duyu deneyimlerinin depolanmasında rol oynadığı düşünülür. Uyarı, bireyin geçmişte işittiği müziği veya görülen objeleri hatırlamasına neden olur.

Posterior oksipital korteksden gelen görme bilgisi, anterior parietal korteksden gelen dokunma , basınç ve propriosepsiyon duyuları, posterior parietal korteksde, büyüklük, şekil ve yapı kavramlarına dönüştürülür. Bu yetenek **stereognosis** olarak bilinir. Vücut görüntüsünün değerlendirmesi de posterior parietal kortekste yapılır. Bir şahıs, bilinçli olarak kadın veya erkek olarak değerlendirilen bir vücut şeması geliştirebilir. Beyin, tüm zamanlarda vücudun herbir bölümünün çevresine yakın bir yerde lokalize olduğunu bilir. Vücut hareketleri oluştuğu zaman bu bilgi çok önemlidir. Vücudun

sağ tarafı, sol hemisferde ve sol tarafı sağ hemisferde temsil edilir.

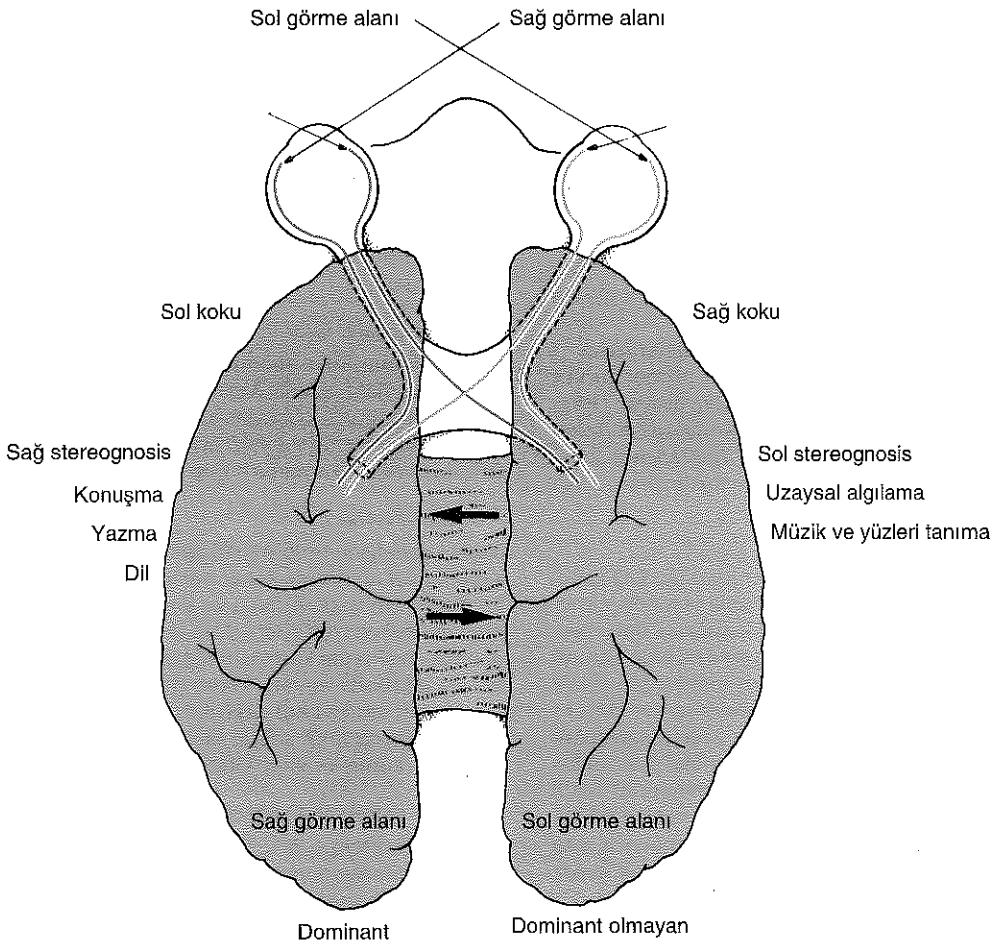
Serebral Dominans

İki serebral hemisferin anatomik incelenmesi, kortikal girus ve sulkusların hemen hemen aynı olduğunu gösterir. Kortekse projekte olan sinir yollarının çoğunluğu karşı tarafa olmak üzere benzer kortikal alanlara gittiği de gösterilmiştir. İlave olarak serebral komissürler, özellikle corpus callosum ve commissura anterior, bir hemisfere gelen bilgilerin diğer hemisfere gönderilmesi için bir yol oluşturur. Bununla beraber belli bir sinir aktivitesi predominant olarak iki serebral hemisferden biri ile gerçekleştirilir. El becerisi, konuşma ve dilin algılanması ile ilgili fonksiyonel davranış alanları, çoğu bireylerde dominant hemisfer tarafından kontrol edilir. Aksine uzaya ait algılama, yüzlerin tanınması ve müzik, dominant olmayan hemisfer tarafından yorumlanır (Şek. 8-8).

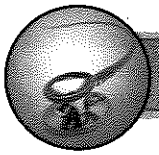
Yetişkin popülasyonunun % 90'dan daha fazlası sağ elini kullanır; bundan dolayı sol hemisfer dominanttır. Yetişkin popülasyonun yaklaşık % 96'sının konuşma için sol hemisferi dominanttır.

Yakolev ve Rakic, insan fetusları ve neonatlardaki çalışmalarında sol pyramis'te inen liflerin daha fazla çapraz yaptığını göstermişlerdir. Bu, çoğu bireylerde medulla spinalis'in sağ tarafındaki cornu anterius hücrelerinin, sol taraftakinden daha çok kortikospinal innervasyona sahip olduğunu gösterir ki, bu da sağ elin dominantlığını açıklayabilir.

Diğer araştırıcılar, yetişkin korteksinin konuşma alanının solda, sağdan daha büyük olduğunu göstermişlerdir. Yenidoğanın iki hemisferinin eşit yeteneğe sahip olduğuna inanılır. Çocukluk esnasında bir hemisfer yavaş yavaş diğerine dominant hale gelir; yalnızca ilk on yıldan sonra dominans sabit kalır. Bu, yetişkinde hemen hemen olanaksızken, dominant hemisferi yaralı bir 5 yaşındaki çocuğun niçin kolaylıkla sol elini kullanmayı öğrenebildiğini ve iyi konuşabildiğini açıklar.



Şekil 8-8 Dominant ve dominant olmayan hemisferler ile predominant olarak gerçekleştirilen sinirsel aktiviteler.



KLİNİK BİLGİLER

Genel Bilgiler

Serebral korteksin gözler, kulaklar ve genel duyu organlarından gelen bilgilerin son alıcı istasyonu olarak algılanması gerekir. Korteksin fonksiyonu basit anlamda, ayırdetmek, alınan bilgi ile eski bellek bilgileri arasında ilişki kurmaktır. Sonra artan duyu uyarıları tahminen depo edilir veya harekete çevrilir. Tüm bu oluşum aşamasında korteks ve bazal nukleuslar arasında, çok sayıda kortikal ve subkortikal sinir bağlantıları ile sağlanan karşılıklı etkileşim vardır.

Serebral Korteksin Lezyonları

İnsanlarda serebral korteksin farklı alanlarının tahribinin etkisi, serebral tümörler, vasküler kazalar, cerrahi veya baş yaralanmalarından kaynaklanan lezyonların bulunduğu hastalar incelenerek çalışılmıştır. Dahası serebral korteksin cerrahi açılması esnasında veya bilinçli hastada korteksin farklı bölümleri uyarıldığında, korteksin farklı alanlarından elektriksel kayıtlar almak mümkün olmuştur. Bu çalışmalardan çıkan sonuç: insan serebral korteksi, beyin lezyonlarından sonra bir miktar iyileşme olması için geri kalan sağlam korteksi yeniden düzenleyecek önemli derecede yeteneğe sahiptir.

Motor Korteks

Bir hemisferde primer **motor korteksin** lezyonları, kontralateral ekstremitelerin, daha ince veya daha becerikli hareketlerinin paralizisine neden olur. **Primer motor alanın** tahribi (alan 4), **sekonder motor alanın** (alan 6) tahrip edilmesinden daha ciddi paralizi oluşturur. Her iki alanın tahribi, tam bir kotralateral paralizi oluşturur.

Sekonder motor alanın lezyonları, sadece biraz güç kaybı ile, beceri hareketlerinin oluşmasında zorluğa neden olur.

Jackson epileptik nöbeti, primer motor alanın (alan 4) uyarıcı bir lezyonundan ileri gelir. Uyarılan primer motor alanda sembolize edilen vücut yarımında konvülziyon (iskelet kaslarının istem dışı spazmı) başlar. Konvülsiv hareket vücudun bir bölümü ile örneğin yüz veya ayakta sınırlı kalabilir veya primer motor alanın uyarısının yayılmasına bağlı olarak çok sayıda bölgeyi kapsayabilir.

Kas Spastisitesi

Primer motor korteksin (alan 4) izole bir lezyonu, kas tonusunda küçük değişikliğe neden olur. Bununla beraber primer ve sekonder motor alanları (alan 4 ve 6) kapsayan, daha yaygın olan büyük lezyonlar kas spazmına neden olur. Bunun açıklaması: Primer motor korteks, tractus corticospinalis ve tractus corticonuclearis'e orjin verir; sekonder motor korteks bazal ganglionlara ve formatio reticularis'e geçen ekstrapiramidal yollara orjin teşkil eder. Tractus corticospinalis ve tractus corticonuclearis kas tonusunu artırma eğilimindedir; fakat ekstrapiramidal lifler, düşük kas tonusuna neden olan inhibitör impulslar gönderir (Bkz. s. 168). Sekonder motor alanın tahribi, inhibitör etkiyi ortadan kaldırır ve sonuç olarak kaslar spastiktir.

Frontal Göz Alanı

Bir hemisferin frontal göz alanının tahrip edici lezyonları, iki gözün lezyon tarafına sapmasına ve gözlerin karşı tarafa dönememesine neden olur. Hareketli objeler takibedildiği zaman gözlerin istemsiz takip edici hareketi etkilenmez, çünkü lezyon oksipital loptaki görme korteksini kapsamaz.

Bir hemisferin frontal göz alanının uyarıcı lezyonları, iki gözün periyodik olarak lezyonun karşı tarafına dönmesine neden olur.

Broca'nın Motor Konuşma Alanı

Sol gyrus frontalis inferior'daki tahrip edici lezyonlar, konuşma yeteneği kaybına neden olur (**ekspressif afazi**). Bununla beraber hastalar söylemeyi arzu ettikleri kelimeleri düşünme yeteneğini muhafaza ederler, kelimeleri yazabilirler; kelimeleri gördükleri veya işittikleri zaman anlamlarını anlayabilirler.

Wernicke'nin Duyusal Konuşma Alanı

Dominant hemisferde Wernicke'nin konuşma alanının tahrip edici lezyonları, yazılan ve konuşulan kelimeyi anlama yeteneğinin kaybına neden olur (**reseptif afazi**). Broca'nın alanı etkilenmediği için konuşma bozulmaz; hasta akıcı konuşma oluşturabilir. Bununla beraber, hasta kullandığı kelimelerin anlamından haberdar değildir; yanlış kelimeler hatta var olmayan kelimeler kullanır. Hasta hatalarının da farkında değildir.

Motor ve Duyusal Konuşma Alanları

Broca ve Wernicke'nin konuşma alanlarını kapsayan tahrip edici lezyonlar, konuşma oluşumunda; konuşulan ve yazılan kelimeleri anlamada kayıba (**global aphasia**) yol açar. **Insula**'yı kapsayan lezyonlara sahip hastalar, sesleri usulüne uygun telaffuz etmede zorluğa sahiptirler ve genellikle hedef kelimeye yakın fakat kesinlikle doğru olmayan sesler oluştururlar.

Dominant Angular Girus

Parietal lobun arka bölümünde gyrus angularis'deki tahrip edici lezyonlar (sıklıkla Wernicke alanının bir bölümü olarak düşünülür), görme asosiasyon alanı ve Wernicke alanının ön bölümü arasındaki yolu ayırır. Bu, hastanın okuyamama (**alexia**) veya yazamaması (**agraphia**) ile sonuçlanır.

Prefrontal Korteks

Bugün genellikle prefrontal bölgenin tahribinin belli bir zeka kaybına yol açmadığı kabul edilir. Bu bölge, kuramsal fikirler, yargı, emosyonel duyu ve kişiliğin oluşması için gerekli olan deneyimlere yardım etme yeteneğinde olan bir korteks alanıdır. Prefrontal korteksin tümörleri veya travmatik tahribi kişinin teşebbüs ve yargı yeteneğini kaybetmesi ile sonuçlanır. Oluşan emosyonel değişiklikler, öfori biçiminde kendini gösterir. Hasta artık sosyal davranışın kabul edilen şekline uymaz; görünüş ve giysisi itinasız olur.

Prefrontal Korteks ve Şizofreni

Prefrontal korteks, yüksek dopaminerjik innervasyona sahiptir. Bu innervasyonun yetersizliği önemli düşünme bozukluklarını içeren bazı şizofreni semptomlarından sorumlu olabilir. Yürütücü tip fonksiyonları kabul etmeyen şizofreni hastalarında; ki kan akımının normal bireylerdekinden çok daha düşük olduğu PET taramaları ile gösterilmiştir.

Frontal Lökotomi ve Frontal Lobektomi

Frontal lökotomi (frontal lobun sinir yollarını kesme) ve frontal lobektomi (frontal lobun çıkarılması), obsessif emosyonel durumlu hastaların emosyonel arzularını ve dindirilmesi zor ağrıları azaltmak için kullanılan cerrahi prosedürlerdir. Cerrahi teknik, geçmiş deneyimlerin hatırlanmaması ve gelecekteki ihtimallerin düşünülmemesi, böylece içe dönüklülüğün azaltılması için, frontal asosiasyon aktivitesini ortadan kaldırmak için geliştirildi.

Örneğin kanserin terminal dönemlerinde olduğu gibi ciddi ağrıdan yakınan bir hasta, frontal lobektomiyi takiben hala ağrı hissedecektir; fakat hasta artık ağrıdan kaygılanmayacak ve bundan dolayı yakınmayacaktır. Hatırlatılması gerekir ki, etkili sakinleştirici ve ruh halini kaldıran ilaçların alınması, bu operatif işlemlerin modasını geniş ölçüde ortadan kaldırmıştır.

Duyusal Korteks

Beynin daha alt merkezleri, genellikle thalamus olmak üzere analiz için duyu sinyallerinin büyük bir bölümünü serebral kortekse naklederler. Duysal korteks, uzaysal tanımanın değerlendirilmesi, maddelerin göreceli tanınması; benzerlik ve farklılığın ayırt edilmesi için gereklidir.

Korteksin **primer somatik duyu alanının** lezyonları, daha çok ekstremitelerin distal bölümlerinde ciddi olan kontralateral duyu bozukluklarına yol açar. Künt ağrı, dokunma ve ısı uyarısı, sıklıkla geri döner; fakat bunun thalamus'un fonksiyonuna bağlı olduğuna inanılır. Hastada ısının derecesine karar verememe, dokunma uyarısını kesinlikle lokalize edememe ve objelerin ağırlıklarına karar verememe durumları kalır. Kas tonusunun kaybolması da duyu korteksi lezyonlarının bir semptomu olabilir.

Korteksin sekonder somatik duyu alanının lezyonları, ayırtedilebilir duyu bozukluklarına neden olmaz.

Somatik Duyu Asosiasyon Alanı

Lobulus parietalis superior lezyonları, hastanın dokunma, basınç ve propriosepsiyon uyarılarını birleştirme yeteneğine engel olur; bu yüzden hasta, büyüklük, yapı ve şekli değerlendiremez. Bu, duyu impulslarının bütünleşme kaybı **astereognosis** olarak adlandırılır. Örneğin gözleri kapalı iken birey elinde bulunan anahtarı tanıyamayacaktır.

Görme ve somatik duyuları tamamlayan parietal lobun arka bölümünün tahribi, vücudun karşı tarafında vücut görüntüsünü değerlendirmeye engel olacaktır. Birey kendi vücudunun karşı tarafını tanımayı başaramayabilir. Hasta vücudunun o bölümünü yıkamayı, giyinmeyi; yüzünün o tarafını traş etmeyi başaramayabilir.

Primer Görme Alanı

Bir taraf sulcus calcarinus'un arka bölüm duvarlarını kapsayan lezyonlar, karşı görme alanında görme kaybına neden olur (**çapraz homonim hemianopsi**). Test edildiği zaman görme alanının merkezi bölümününün normal olduğunu farketmek ilginçtir. Bu durum "macular sparing" olarak adlandırılır. Bu, muhtemelen görme alanlarının muayenesi esnasında hastanın gözlerinin çok hafif olarak yön değiştirmesine bağlıdır. Aşağıdaki klinik bozuklukların anlaşılması gerekir. Sulcus calcarinus'un aşağısındaki görme alanını kapsayan lezyonlar, "**üst kadran hemianopsisi**" ile sonuçlanırken, sulcus calcarinus'un üst tarafındaki primer görme alanının lezyonları "**alt kadran hemianopsisi**" ile sonuçlanır. Oksipital kutbun lezyonları merkezi skotom oluşturur. Bu lezyonların en yaygın sebepleri, vasküler bozukluklar, tümörler ve silah yaralanmalarıdır.

Sekonder Görme Alanı

Sekonder görme alanının lezyonları, karşı görme alanındaki objeleri tanıma yeteneğinde kayıba yol açar. Bunun sebebi eski görme deneyimlerini depolayan korteks alanının kaybedilmiş olmasıdır.

Primer İşitme Alanı

Sulcus lateralis'in alt duvarında primer işitme alanı, her iki kohleadan sinir lifleri aldığı için bir kortikal alanın lezyonu hafif bilateral işitme kaybı oluşturacaktır; fakat kayıp karşı kulakta daha fazla olacaktır. Farkedilen esas defekt, sesin kaynağını lokalize etme yeteneğindeki kayıptır. Primer işitme alanlarının bilateral tahribi tam sağırlığa neden olur.

Sekonder İşitme Alanı

Sulcus lateralis'de primer işitme alanının arkası ve gyrus temporalis superior'daki korteksin lezyonları, sesleri yorumlandıramamaya neden olur. Hastada **kelime sağırlığı** görülebilir (**akustik verbal agnozi**).

Serebral Dominans ve Serebral Hasar

Her iki hemisfer, yapı bakımından yetişkin popülasyonun çoğunda hemen hemen benzer olduğu halde, el becerisi, dil kavrayışı, konuşma, uzaya ait karar ve davranış ile ilgili alanlar bir hemisfer ile kontrol edilir. İnsanların yaklaşık % 90'ı sağ elini kullanır ve kontrol sol hemisfer ile sağlanır; geri kalanı sol elini kullanır ve az sayıda birey iki elini de aynı rahatlıkla kullanır. Bireylerin % 96'ında konuşma ve konuşulanı, yazılan dili anlama, sol hemisferde kontrol edilir; böylece çoğu yetişkinlerde sol serebral hemisfer dominanttır.

Klinik bakımdan serebral dominanslığın ortaya çıkış yaşı önemlidir. Örneğin, çocuk konuşmayı öğrenmeden önce serebral yaralanma olduğu zaman, konuşma genellikle gelişir ve kalan sağlam hemisferde sürdürülür. Konuşma kontrolunun bu transferi yaşlı insanlarda çok daha zordur.

Serebral Kortikal Potansiyeller

Serebral korteksin iç kısmındaki nöronlardan alınan elektriksel kayıtlar, yaklaşık 60 mV kadar bir negatif istirahat potansiyeli gösterir. Aksiyon potansiyelleri, sıfır potansiyel sınırını aşar. İstirahat potansiyelinin belirli dalgalanma göstermesinin, diğer nöronlardan sürekli fakat değişken impulslar almasına bağlı olmasının bilinmesi ilginçtir. Spontan elektriksel aktivite, intrasellülerden daha çok kortikal yüzeyden kayıt edilebilir. Böyle kayıtlar, **elektrokortikogramlar** olarak bilinir. Benzer kayıtlar, saçlı deri üzerine elektrotlar yerleştirilerek yapılabilir; bu prosedür sonucu, **elektroensefalogram** (EEG) olarak adlandırılır. Genellikle kayıt edilen elektriksel potansiyelin değişiklikleri çok küçüktür ve 50 μV düzeyindedir. Karakteristik olarak bireyde üç dalga bandı tanımlanabilir. Bunlar **alfa, beta** ve **delta birimler** olarak adlandırılır. Serebral tümörler, epilepsi ve serebral abseyi teşhis etmede elektroensefalogramın anormallikleri büyük önem taşıyabilir. Elektriksel olarak sessiz bir korteks serebral ölümü gösterir.

Bilinçlilik

Bilinçli bir kişi uyanıktır; kendisi ve çevresindekilerin farkındadır. Normal bilinçlilik için sinir sisteminin iki esas bölümü: formatio reticularis (beyin sapında) ve serebral korteks gereklidir. Formatio reticularis, uyanıklılık durumundan sorumludur. Serebral korteks, bireyin uyarıya cevap verebil-

diği ve çevre ile karşılıklı birbirini etkileyebildiği, farkında olma durumundan sorumludur. Açık olan göz, bir beyin sapı fonksiyonudur; konuşma bir serebral korteks fonksiyonudur. Uyanıklılığa sebep olan ilaçlar, **retiküler tetikleyici mekanizmayı** uyarıcı etkiye sahipken, bilinçsizlik oluşturan anestetikler gibi ilaçlar, selektif olarak bu mekanizmayı baskılarlar.

Bir hekimin **letarji, stupor** ve **koma** (bilinçsizlik-bilinç kaybı) gibi adlandırılan şuurluluğun farklı dönemleri ile beraber olan farklı belirti ve semptomları ayırt edebilmesi önemlidir. Bir letarjik bireyde konuşma yavaştır; volunter hareket azalır ve yavaştır; gözlerin hareketi yavaştır. Stuporize bir hasta, ağrılı bir uyaranla uyarılırsa yalnızca konuşacaktır. İstemli hareketler hemen hemen yoktur, gözler kapalıdır; çok az spontan göz hareketi vardır. Derin stuporize olan bir hasta konuşmayacaktır; şiddetli ağrıya cevap olarak vücudun farklı bölümlerinin kaba hareketleri ortaya çıkacaktır. Hatta gözler daha az spontan hareket gösterecektir.

Bilinçsiz (şuuru kayıp) bir hasta konuşamayacak ve yalnızca refleks olarak ağrılı uyarana yanıt verecektir veya hiçbiri olmayacaktır; gözler kapalıdır ve hareket etmez.

Klinik olarak örneğin; bilinçlilikten letarji, stupor ve komaya geçen intrakranial kanamalı bir hasta sıkça görülür. Sonra eğer düzelme olursa ters yönde geçiş görülür. Bilinçsizliğin (şuur kaybının) bu değişik durumlarının oluşması için talamokortikal sistem ve retiküler formasyonun hem doğrudan, hem de dolaylı olarak basınç veya distorsiyon ile etkilenmesi gerekir.

Kalıcı Vejetatif Durum

Bir kişi, fonksiyon görmeyen serebral korteks ile sağlam bir formatio reticularis'e sahip olabilir. Bu şahıs uyanıktır (gözler açık ve hareketli) uyuma-uyanma siklusuna sahiptir; fakat kişi farkında olma durumundan (bilinçlilik) yoksundur; bundan dolayı sözlü emir veya ağrılı uyarılara yanıt veremez. **"Kalıcı vejetatif durum"** olarak bilinen bu durum genellikle ciddi baş yaralanmaları veya anoksik serebral yetersizlikleri takiben görülür. Ne yazık ki meslek dışı gözlemci, hastanın bilincinin yerinde olduğunu zanneder.

Farkında olmaksızın uyanıklılığa sahip olmak mümkündür; fakat uyanık olmaksızın farkında olmak mümkün değildir. Serebral korteksin fonksiyon görmesi için formatio reticularis'den inputa (bilgi girişine) ihtiyaç vardır.

Uyku

Uyku bilinçliliğin değişmiş bir durumudur. Nabız hızı, solunum hızı ve kan basıncı düşer; gözler yukarıya doğru döner; pupillalar daralır fakat ışığa reaksiyon verirler; tendon refleksleri kaybolur ve plantar refleks, ekstensöre olabilir. Bununla beraber uyuyan kişi bilinçlidir. Örneğin birey air condation'ın gürültüsü ile daha önce uyumasına rağmen, bir çocuğun ağlaması ile uyanabilir.

Uyku, duyu inputu azaltılarak ve yorgunluk ile hızlandırılır. Bu, formatio reticularis ve talamokortikal aktive edici mekanizma aktivitesinin azalması ile sonuçlanır. Bu azalan aktivitenin bir pasif olay olup olmadığı veya formatio reticularis'in aktif bir şekilde inhibe edilip edilmediği bilinmiyor.

Epilepsi

Epilepsi, beyinin genellikle serebral korteksin normal fizyolojisinin ani, geçici bir bozukluğunun olduğu semptomdur. Kendiliğinden biter ve yeniden oluşmaya meyillidir. Bu durum, genellikle normal elektriksel aktivitenin bozukluğu ile beraberdir ve onun en yaygın tipik şekline nöbet eşlik eder. Kısmi nöbetlerde, anormallik yalnızca beynin bir bölümünde oluşur ve hasta bilincini kaybetmez.

Yaygın nöbetli bazı hastalarda anormal aktivite, bilateral olarak beynin daha büyük alanlarını kapsar ve birey bilincini kaybeder.

Yaygın nöbetli bazı hastalarda hastanın aniden boşluğa ısrarla şaşkın bir şekilde baktığı, konvülsiv olmayan (iskelet kaslarının istem dışı spazmlarının olmadığı) ataklar olabilir. Bu sendrom **petit mal** olarak adlandırılır. Yaygın nöbetli hastaların çoğunda ani bilinç kaybı; kasların tonik spazmı ve klonik kontraksiyonları vardır.; geçici solunum durması ve sıklıkla barsak ve idrar kesesi kontrolü kaybı vardır; çırpınmalar genellikle birkaç saniyeden birkaç dakikaya kadar sürebilir.

Çoğu hastalarda epilepsinin nedeni bilinmez; bazılarında kalıtsal eyilim vardır; daha az populasyonda lokal bir lezyon örneğin bir serebral tümör veya travmayı takiben korteksin

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ

1. Patoloji pratiği esnasında bir öğrenciye serebral tümörün özel bir şeklini gösteren bir slayt gösterisi yapıldı. Kesitin kenarında serebral kortekse ait küçük bir alan vardı. Öğretim üyesi, öğrenciye dokunun, korteksin duyu veya motor alanından çıkartılmış olup olmadığını sordu. Serebral korteksin duyu ve motor alanları arasında yapı bakımından görülen esas fark nedir?
2. 43 yaşındaki bir erkek, beyin tümörü şüphesi nedeniyle bir nörolog tarafından muayene edildi. Üç boyutlu algılama olan stereognosis açısından hasta test edildi. Hastanın gözleri kapalı iken, eline saç fırçası verildi ve objeyi ayırt etmesi söylendi. Nörolog, fırçayı hastanın elinde hareket ettirdikden sonra bile hasta fırçayı tanıyamadı. Gözler açıldığı zaman hemen fırçayı tanıdı. (a) Hastada olası hastalıklı serebral korteks alanını adlandırınız. (b) Hastanın elinde objenin hareket ettirilmesinin gerekli olduğunu düşünür müsünüz?
3. 65 yaşında bir erkek, üç haftadır yürürken sağ ayağını yere sürmesi nedeni ile doktora başvurdu. Fizik muayenede, hastanın sağ kolunun fleksor kaslarının tonusunda bir azalma ve yürürken sağ kolunu adduksiyon ve fleksiyon durumunda tutma eğilimindeydi. Aynı zamanda sağ yumruğunu sıkı bir şekilde kapalı tutuyordu. Hastanın yürüyüş esnasında kalça ve dizini zorlukla fleksiyona getirdiği görüldü. Sağ bacak kaslarının tonusunda hafif, fakat belirli bir zayıflık ve

azalma vardı. Hastanın yürüdüğü zaman bir yarım dairede sağ bacağını hareket ettirdiği ve topuktan önce yere ön ayak bölümünü bastığı gözlendi. Sağ ayakkabısının sağ parmaklara yakın kısmında eskime belirtisi vardı. Düşünelim ki bu hasta, serebral korteksi kapsayan serebrovasküler bir lezyona sahip olduğuna göre; korteksin hangi alanının lezyonu bu semptomlara sebep oldu?

4. Şuuru kapalı bir hasta muayene edilirken, hekim, hastanın başının nazik bir şekilde sağa çevrildiği zaman iki gözün sola deviye olduğunu gözledi. Hastanın başı sola döndüğünde hastanın gözleri hala sola bakmaktaydı. Bu hastada hangi korteks alanı zarar görmüş olabilir?
5. 25 yaşında bir asker, Vietnam'da antipersonel bir bomba ile yaralandı. Bir küçük şarapnel parçası, presentral girusun üzerinde kafatasının sağ tarafına girdi. 5 yıl sonra, rutin fizik muayene/"checkup" esnasında bir hekim tarafından muayene edildi ve sol bacağının zayıflığı tespit edildi; aynı bacakta kas tonusunda herhangi bir artış saptayamadı. Serebral kortekste, motor alanı zarar görmüş hastaların, bazısında kas tonusu biraz normal kalırken, çoğunun niçin spastik kas paralizisine sahip olduklarını açıklayınız?
6. Bir ünlü nörobiolog, birinci sınıf tıp öğrencilerine serebral korteksin fizyolojisi konusunda bir ders verdi. Serebral korteksin farklı alanlarının yapısı ve fonksiyonel lokalizasyonunu anlatırken, insan serebral korteksinin sitoarkitektürünün bilinmesinin, serebral korteksin normal fonksiyonel aktivitesini anlamamıza çok az katkıda bulunmuş olduğunu ifade etti. Onun açıklamasını kabul ediyor musunuz? "Vertikal zincir teorisinden"ne anlıyorsunuz?
7. 18 yaşında bir erkek, sol presentral girus'undan ciddi bir şekilde silah yarası aldı. Kazadan sonra iyileştiğinde, sağ kol ve bacağının spastik paralizisi ile hastaneden taburcu edildi. Bununla beraber hastanın halen sağ omuz, kalça ve dizinde biraz kaba, istemli hareketler vardı. Sağ taraftaki haraketlerin varlığını açıklayınız.
8. 53 yaşında bir profesör ve anatomi bölüm başkanı, kaya tırmanışı esnasında ciddi bir baş yaralanması oldu. Bir uçurumun tırmanışı esnasında arkadaşının buz baltası belinden düştü ve profesörün kafasına çarptı; frontal kemiğin baskı kırığına neden oldu. İyileştikten sonra, Profesör, Tıp Fakültesindeki konumuna geri döndü. Profesörün sosyal davranışının dramatik olarak değişmiş olduğu, hızlı bir şekilde fakülte ve öğrenci toplumunca farkedildi. Dersleri güldürücü olmasına rağmen, artık yönlendirici değildi. Önceden şık giyinen bir adam olmasına karşın, şimdi dağınık bir görünüşe sahipti. Bölümün organizasyonu hızlı bir şekilde bozulmaya başladı. Sonuç olarak bir sabah sınıfların birinde değersiz eşya sepetine idrar yaparken görüldükten sonra işinden uzaklaştırıldı. Profösörün değişik davranışını açıklamak için nöroanatomi bilginizi kullanınız?
9. Serebrovasküler lezyonlu 50 yaşında bir kadının, yazılan konuşmayı tamamen anladığı halde; konuşulanı anlamada zorlandığı görüldü. Bu hastada serebral korteksin hangi alanı tahrip olmuştur?
10. Bir çarpmadan sonra iyileşen 62 yaşındaki bir erkeğin yazılan konuşmayı anlamada zorlandığı görüldü (alexia). Fakat kolaylıkla konuşulanı ve yazılı sembolleri anlayabiliyordu. Bu hastada serebral korteksin hangi alanı tahrip edilmiştir?
11. Aşağıdaki terimlerden ne anlıyorsunuz: (a) koma, (b) uyku ve (c) elektroensefalogram? Elektroensefalogramın tanıda yardımcı olduğu üç nörolojik durumu adlandırınız?

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ YANITLARI VE AÇIKLAMALARI

1. Serebral korteks, 6 ayırtedilebilir tabakadan oluşur. Presentral girustaki motor korteksde 2. ve 4. tabakalarda granüler hücreler azdır; postsentral girustaki somatik duyu korteksinde 3. ve 5. tabakalarda piramidal hücrelerin azlığı görülür. Motor korteks, duyu korteksinden daha kalındır.
2. (a) Olası hastalıklı alan, superior parietal lobulün ilerlemiş yıkımının olduğu sol parietal lobtur. Bu, dokunma, basınç ve propriosepsiyon duyularının bütünleştirildiği somatik duyu asosiasyon alanıdır. (b) Evet. Farklı duyuları değerlendirebilmesi için hastanın objeyi ellemesine müsaade edilmesi gereklidir.
3. Bu hasta, sol presentral girusu kapsayan serebrovasküler bir lezyona sahipti. Kortikospinal liflere orjin teşkil eden piramidal hücrelerin tahribi, sağ taraf paralizisinden sorumluydu. Paralitik kasların artan tonusuna, ekstrapiramidal liflerin tutulumu ile ortaya çıkan inhibisyon kaybı neden oldu (Bkz. s. 296).
4. Sol serebral hemisferde frontal göz alanının destrüktif lezyonları, iki gözün lezyon tarafına sapmasına ve gözlerin karşı tarafa dönme yetersizliğine sebep oldu. Frontal göz alanı gözün istemli hareketlerini kontrol eder ve görme uyarılarından bağımsızdır.
5. Primer motor korteksin küçük izole bir lezyonu, kas tonusunda az bir değişikliğe yol açar. Daha yaygın olan primer ve sekonder motor alanları kapsayan daha büyük lezyonlar, kas spazmı ile sonuçlanır. Sayfa 296 'da bununla ilgili açıklama verilmiştir.
6. Brodmann, Campbell, Economo ve Vogts'un geniş histolojik araştırmalarının sonucu olarak, serebral korteksi farklı mikroskopik düzenleme ve farklı hücre tiplerine sahip alanlara ayrılmıştır. Bu kortikal haritalar esasen benzerdir ve Brodmann tarafın-

dan önerileni yaygın olarak kullanılır; çünkü insan serebral korteksinin alanlarının çoğunun fonksiyonel önemi bilinmez. Fonksiyon ile yapıyı sıkı bir şekilde karşılaştırmak mümkün olmamıştır. Genel olarak motor kortekslerin duyu kortekslerinden daha kalın olduğu ve motor korteksin daha az belirli 2. ve 4. granüler tabakalara sahip olduğu ve 5. tabakada daha büyük piramidal hücrelerin bulunduğu söylenebilir. Farklı yapılı diğer alanlar, benzer fonksiyonel rollere sahip olabilir. Elektrofizyolojik tekniklerin kullanıldığı son çalışmaların çoğu, serebral korteksi talamokortikal projeksiyonlara göre ayırmanın daha hatasız olduğunu göstermektedir. Serebral korteksin vertikal zincir mekanizması, 287. sayfada tam olarak tanımlanır.

7. Bu hastada sağ omuz, kalça ve diz ekleminin kaba istemli hareketlerinin varlığı, kaba postural hareketlerin korteksin premotor alanı ve bazal ganglionlar ile kontrol edildiği esası ile açıklanabilir; bu alanlar bu hastada korunmuştu.
8. Profesörün değişik davranışı, frontal kemiğin baskı kırığına bağlı beynin her iki frontal lobunu tutan ciddi bir lezyondan ileri gelir. Prefrontal korteksin tahribi, belli bir zeka kaybına sebep olmazken, bireyin kişisel girişim çabasını kaybetmesine sebep olur; sıklıkla hasta artık kabul edilen sosyal davranış şekillerine uymaz.
9. Konuşulanı anlama, gyrus temporalis superior'da sulcus lateralis'teki primer işitme alanının arkasında bulunan sekonder işitme alnının normal fonksiyonunu gerektirir. Bu alanın seslerin yorumu için gerekli olduğuna inanılır ve bilgi Wernicke duysal konuşma alanına aktarılır.
10. Yazılan konuşmayı anlama, serebral hemisferin medial ve lateral yüzeyleri üzerinde sulcus calcarinus'un arka bölümü duvarlarında lokalize, serebral korteksin sekonder görme alanının normal fonksiyonunu gerektirir. Sekonder görme alanının fonksiyonu, geçmiş görme deneyimleri ile primer görme alanı tarafından alınan görme bilgisi arasında ilişki kurmaktır. Daha sonra bu bilgi dominant gyrus angularis'e aktarılır ve Wernicke'nin konuşma alanının ön bölümüne iletilir (Bkz. s. 293).
11. (a) Koma, baygın bir halde bulunan hasta için kullanılan terimdir. Hasta konuşamaz ve yalnızca refleks olarak ağrılı uyarıya yanıt verir. Derin koma halindeki bireylerde yanıt olmayacaktır. Gözler kapalıdır ve hareket etmez. (b) Uyku, bilinçliliğin değişik bir durumudur; sayfa 298'de tartışıldı. (c) Bir elektroensefalogram (EEG), saçlı deriye elektrotlar yerleştirilerek yapılan, serebral korteksin elektriksel aktivitesinin bir kaydıdır. Alfa, beta ve delta ritimlerinin anormalliklerinin tespiti, serebral abse,epilepsi ve serebral tümörlerin tanısına yardım edebilir.

ÇALIŞMA SORULARI

Açıklama: Bu bölümde numaralı ifadelerin herbirini, cevaplar izler. Doğru olan bir harflendirilmiş cevabı seçiniz.

1. Aşağıdaki serebral korteks ile ilgili ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Serebral korteks, girusun tepesi üzerinde en ince ve sulkusun derinliğinde en kalındır.
   (b) En büyük dev pyramidal hücreler, gyrus postcentralis'de bulunur.
   (c) Görme korteksinde Baillarger'in dış bandı, incedir ve sadece mikroskop altında görülebilir.
   (d) Moleküler tabaka, serebral korteksin en yüzeyel tabakasıdır ve granüler hücrelerin küçük hücre gövdelerinden oluşur.
   (e) Fonksiyonel bakış açısından serebral korteks, fonksiyonel vertikal birimlere ayrılır
2. Aşağıdaki ifadeler, serebral korteksin frontal lobunun presentral alanı ile ilgilidir; doğru olanı işaretleyiniz.
   (a) Ön bölge primer motor alan olarak bilinir.
   (b) Primer motor alan, vücudun karşı tarafında beceri gerektiren hareketlerden sorumludur.
   (c) Primer motor alanın fonksiyonu, hareketlerin uygulanması için premotor alana iletilen motor aktivite programlarını depolamaktır.
   (d) Ayrı ayrı iskelet kasları primer motor alanda temsil edilir.
   (e) Özel bir hareketi kontrol eden korteks alanı, gerekli beceri ile orantılı değildir.
3. Aşağıdaki Broca'nın motor konuşma alanı ile ilgili ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Bireylerin çoğunda bu alan, sol veya dominant hemisferde önemlidir.
   (b) Broca'nın konuşma alanı, sekonder motor alanla bağlantıları ile kelimelerin oluşumuna neden olur.
   (c) Wernicke'nin duyusal konuşma alanı ile bağlantılı değildir.
   (d) Gyrus frontalis superior'da fissura lateralis'in ramus ascendens, ramus posterior ve ramus anterior'u arasında lokalizedir.
   (e) Broadmann'ın 34 ve 35 nolu alanları motor konuşma alanını temsil eder.
4. Aşağıdaki primer somatik duyu alanı ile ilgili ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Gyrus precentralis'in alt bölümünü işgal eder.
   (b) Histolojik olarak çok sayıda piramidal ve az sayıda granüler hücre içerir.
   (c) Vücudun karşı yarısı ters olarak sembolize edilir.
   (d) Duyuların çoğu vücudun karşı tarafından kortekse ulaştığı halde, elden gelen duyular her iki tarafa gider.
   (e) Alan, lobulus paracentralis'in ön bölümü üzerinde uzanır.

5. Aşağıdaki korteksin görme alanlar ile ilgili ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Primer görme alanı, sulcus parieto-occipitalis'in duvarlarında lokalizedir.
   (b) Görme korteksi, corpus geniculatum mediale'den afferent lifler alır.
   (c) Görme alanının sağ yarısı, sağ serebral hemisferin görme korteksinde temsil edilir.
   (d) Üst retinal kadranlar, görme korteksinin alt bölümüne geçer.
   (e) Sekonder görme alanı (Broadmann'ın 18 ve 19 nolu alanları), hemisferin medial ve lateral yüzeyleri üzerinde primer görme alanı ile çevrilidir.
6. Aşağıdaki gyrus temporalis superior ile ilgili ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Primer işitme alanı, sulcus lateralis'in alt duvarında yerleşiktir.
   (b) Primer işitme alanına gelen esas projeksiyon lifleri, thalamus'dan başlar.
   (c) Wernicke'nin duyusal konuşma alanı, dominant hemisferde gyrus temporalis inferior'da lokalizedir.
   (d) İşitme alanının tek taraflı bir lezyonu, her iki kulakta tam sağırlık oluşturur.
   (e) Sekonder işitme alanı, bazen Broadmann'ın 41 ve 42 nolu alanları olarak adlandırılır.
7. Aşağıdaki serebral korteksin asosiasyon alanları ile ilgili ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Kortikal yüzeyin küçük bir alanını oluştururlar.
   (b) Prefrontal alan, bireylerin kişiliğinin oluşması ile ilgilidir.
   (c) Motor deneyimlerin yorumlanması ile ilgilidirler.
   (d) Bir vücut görüntüsünün değerlendirilmesi, anterior parietal korteksde yapılır ve vücudun sağ yarısı, sol hemisferde sembolize edilir.
   (e) Asosiasyon alanları, korteksin sadece dört tabakasına sahiptir.
8. Aşağıdaki serebral dominans ile ilgili ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Dominant veya dominant olmayan hemisferlerin kortikal girusları farklı bir şekilde düzenlenir.
   (b) Yetişkin populasyonunun % 90'ından fazlası sağ elini kullanır ve bundan dolayı sol hemisfer dominanttır.
   (c) Yetişkin populasyonun yaklaşık % 96'sının konuşma için sağ hemisferi dominanttır.
   (d) Dominant olmayan hemisfer, sağ elin kullanımı, dil ve konuşmanın kavranmasını yorumlar.
   (e) Ergenlikten sonra serebral hemisferin dominansı sabit kalır.

Eşleştirme soruları. Açıklama: Aşağıdaki sorular Şekil 8-9'la ilgilidir. Sol tarafta listelenen numaraları, sağda listelenen serebral korteksin en uygun fonksiyonel alanları ile eşleştiriniz. Herbir harfli bölüm bir kez veya birden daha fazla seçilebilir veya hiçbiri seçilmeyebilir.

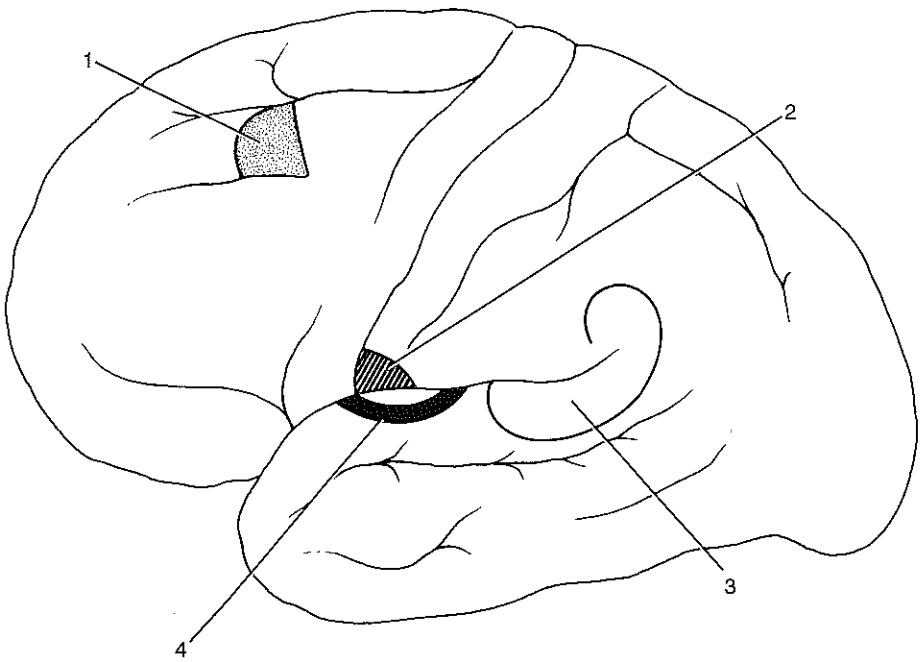
9. No 1
10. No 2
11. No 3
12. No 4

(a) Primer motor alan
(b) Sekonder işitme alanı
(c) Frontal göz alanı
(d) Primer somatik duyu alanı
(e) Yukarıdakilerin hiçbiri

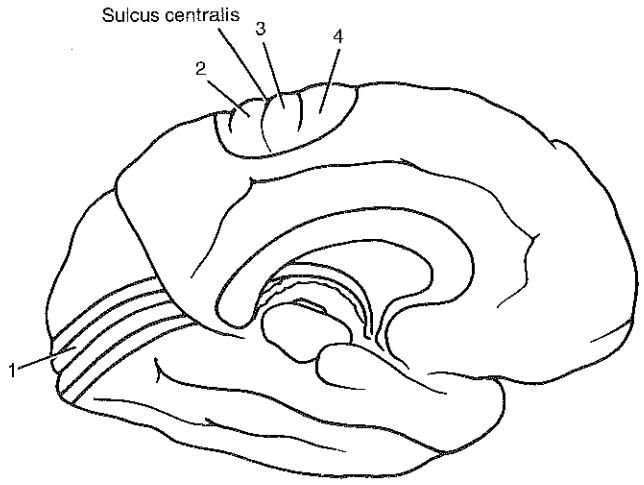
Aşağıdaki sorular Şekil 8-10 ile ilgilidir. Sol tarafta verilen numaraları, sağda listelenen serebral korteksin en uygun fonksiyonel alanları ile eşleştiriniz.

13. No 1
14. No 2
15. No 3
16. No 4

(a) Premotor alan
(b) Primer somatik duyu alanı
(c) Primer görme alanı
(d) Primer motor alan
(e) Yukarıdakilerin hiçbiri



Şekil 8-9 Sol serebral hemisferin dışyan görünümü.



Şekil 8-10 Sol serebral hemisferin içyan görünümü.

Açıklama: Her bir olgu hikayesini sorular takip etmektedir. Olgu hikayesini okuyunuz; sonra en uygun harfli yanıtı seçiniz.

54 yaşında bir kadın, bir nörolog tarafından muayene edilir. Çünkü, davranışındaki ani bir değişiklik, kız kardeşinin dikkatini çekmiştir. Soru üzerine hasta, yaklaşık bir hafta önce, derin bir uykudan uyandıktan sonra vücudunun sol tarafının, kendisine ait olduğunu hissetmediğini farkettiğini söyler. Daha sonra hissetme durumu kötüleşir ve sol tarafının varlığından habersiz olur. Kız kardeşi, nöroloğa yeni, hastanın sol tarafını yıkamayı unuttuğunu da söyledi.

17. Nörolog hastayı muayene ettikten sonra aşağıdakilerden biri **hariç** en uygun belirtileri buldu:
    (a) Hastanın sol tarafına doğru bakmadığı farkedildi.
    (b) Sol tarafının derisinin uyarılmasına çabuk tepki verdi.
    (c) Sol bacağını hareket ettirmesi istendiğinde, hemen bunu yaptı.
    (d) Sol tarafta alt ve üst ekstremitelerin musküler güçsüzlüğünün kesin kanıtı vardı.
    (e) Muayene odasının karşısına yürümesi istendiğinde sağ bacağı kadar, sol bacağını kullanmama eğilimindeydi.
18. Nörolog biri **hariç** aşağıdaki sonuçlara vardı:
    (a) Sol hemiasomatognosia (vücudun sol tarafının farkında olunmasının kaybı) teşhisi konuldu.
    (b) Durum, muhtemelen sol parietal lobun bir lezyonundan kaynaklandı.
    (c) İlave olarak, hasta sol hemiakinesia (tek taraflı motor başlama) gösterdi.
    (d) Muhtemelen sağ frontal lobun medial ve lateral premotor bölgelerinin 6 ve 8 nolu alanlarında bir lezyon vardı.
    (e) Sol tarafa doğru bakma yetersizliği (görme kaybı) sağ parieto-oksipital loblarda bir lezyonun varlığını gösterdi.

ÇALIŞMA SORULARININ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. Doğru yanıt (E) dir. Serebral korteks vertikal fonksiyonel birimlere ayrılır. (Sayfa 287'ye bakınız). A. Serebral korteks, bir girus'un üzerinde en kalındır; bir sulkusun derininde en incedir (sayfa 285' e bakınız). B. En büyük dev pyramidal hücreler, gyrus precentralis'te bulunur (Şekil 8-1'e bakınız). C. Görme korteksinde Baillarger'in dış bandı, çıplak gözle görülebilecek kadar kalındır (Şekil 8-3'e bakınız). D. Moleküler tabaka, serebral korteksin en yüzeyel tabakasıdır ve tanjansiyal olarak düzenlenmiş yoğun sinir fibrillerinden oluşur (Şekil 8-2'ye bakınız).
2. Doğru yanıt (B) dir. Frontal lobun primer motor alanı, vücudun karşı tarafında beceri gerektiren hareketlerden sorumludur (Sayfa 289'a bakınız). A. Serebral hemisferin frontal lobunda posterior bölge, primer motor alan olarak bilinir (Şekil 8-4' e bakınız). C. Premotor motor alanın fonksiyonu, hareketlerin uygulanması için premotor alana iletilen motor aktivite programlarını saklamaktır (Sayfa 291'e bakınız). D. Ayrı ayrı iskelet kasları primer motor alanda temsil edilmez (Sayfa 289'a bakınız). E. Özel bir hareketi kontrol eden korteks alanı, hareketin becerisi ile orantılı dır (Sayfa 290'a bakınız)
3. Doğru yanıt (A) dır. Bireylerin çoğunda Boca'nın konuşma alanı sol veya dominant hemisferde önemlidir (sayfa 291'e bakınız).B. Broca'nın konuşma alanı, primer motor alanla bağlantıları ile kelimelerin oluşmasını sağlar (Sayfa 291'e bakınız). C. Boca'nın konuşma alanı, Wernicke'nin duyusal konuşma alanı ile bağlantılıdır (Sayfa 293'e bakınız). D. Broca'nın konuşma alanı, fissura lateralis'in ramus ascendens, ramus posterior ve ramus anterior'u arasında gyrus frontalis inferior'da yeralır (Şekil 8-4'e bakınız). E. Brodmann'ın 44 ve 45 nolu alanları, motor konuşma alanını temsil ederler (Şekil 8-4'e bakınız).
4. Doğru yanıt (C) dir. Primer somatik duyu alanında, vücudun karşı yarısı ters olarak sembolize edilir (Sayfa 292'e bakınız). A. Primer somatik duyu alanı gyrus postcenralis'i işgal eder (Şekil 8-4' e bakınız). B. Primer somatik duyu alanı, histolojik olarak az sayıda pyramidal hücreler ve çok sayıda granüler hücreler içerir (Sayfa 292'e bakınız). D. Vücudun farklı bölümlerinden gelen duyuların çoğu, vücudun karşı tarafındaki kortekse ulaşır; elden gelenler de karşı tarafa gider (Sayfa 292'e bakınız). E. Primer somatik duyu alanı, lobulus paracentralis'in arka bölümü üzerinde uzanır (Şekil 8-4'e bakınız).
5. Doğru yanıt (D) dir. Üst retinal kadranlar, görme korteksinin alt bölümüne yansır (Sayfa 292'e bakınız). A. Primer görme korteksi, sulcus calcarinus'un arka bölümünün duvarlarında lokalizedir (Şekil 8-4'e bakınız). B. Görme korteksi, corpus geniculatum latera-

le'den afferent lifler alır (Sayfa 292'e bakınız). C. Görme alanının sağ yarısı, sol serebral hemisferin görme korteksinde temsil edilir (Sayfa 292'e bakınız). E. Sekonder görme alanı, (Broadmann'ın 18 ve 19 nolu alanları) hemisferin medial ve lateral yüzeyleri üzerinde primer görme alanını çevreler (Şekil 8-4'e bakınız).

6. Doğru yanıt (A) dır. Primer işitme alanı, sulcus lateralis'in alt duvarında yerleşiktir (Şekil 8-4'e bakınız). B. Primer işitme alanına gelen esas projeksiyon lifleri, corpus geniculatum mediale'den başlar (Sayfa 293'e bakınız). C. Wernicke'nin duyusal konuşma alanı, dominant hemisferde gyrus temporalis superior'da lokalizedir (Şekil 8-4' e bakınız). D. İşitme alanının tek taraflı bir lezyonu, her iki kulakta kısmi sağırlık oluşturur (Sayfa 293'e bakınız). E. Primer işitme alanı, bazen Broadmann'ın 41 ve 42 nolu alanları olarak adlandırılır (Sayfa 292'e bakınız).
7. Doğru yanıt (B) dir. Prefrontal alan, bireylerin kişiliğinin oluşması ile ilgilidir (Sayfa 291'e bakınız). A. Serebral korteksin asosiasyon alanları, kortikal yüzeyin geniş bir alanını oluşturur (Sayfa 294'e bakınız). C. Asosiasyon alanları, duyu deneyimlerinin yorumlanması ile ilgilidir (Sayfa 294'e bakınız). D. Bir vucut görüntüsünün değerlendirilmesi posterior parietal korteksde yapılır ve vücudun sağ yarısı sol hemisferde temsil edilir (Sayfa 294'e bakınız). E. Asosiasyon alanları, tüm altı hücre tabakasına sahiptir ve homotipik korteks olarak adlandırılır (Sayfa 294'e bakınız).
8. Doğru yanıt (B) dir. Yetişkin populasyonunun % 90'ından fazlası sağ elini kullanır ve bundan dolayı sol hemisfer dominanttır (Sayfa 297'e bakınız). A. Dominant veya dominant olmayan hemisferlerin kortikal girusları aynı şekilde düzenlenir (Sayfa 297'e bakınız). C. Yetişkin populasyonun yaklaşık % 96'sının konuşma için sol hemisferi dominanttır (Sayfa 297'e bakınız). D. Dominant olmayan hemisfer, uzaysal kavrayışı, yüzlerin tanınmasını ve müziği yorumlar (Sayfa 295'e bakınız). E. Yaşamın ilk on yılından sonra serebral hemisferlerin dominansı sabit kalır (Sayfa 295'e bakınız).

Sol serebral hemisferin dış yan görüntüsünü gösteren şekil 8-9 için cevaplar aşağıdadır:

9. Doğru yanıt (C) dir; 1, frontal göz alanıdır.
10. Doğru yanıt (E) dir; 2 ,sekonder somatik duyu alanıdır (Şekil 8-4'e bakınız).
11. Doğru yanıt (E) dir; 3, Wernicke'nin duyusal konuşma alanıdır (Şekil 8-4'e bakınız).
12. Doğru yanıt (B) dir; 4, sekonder işitme alanıdır (Şekil 8-4'e bakınız).

Sol serebral hemisferin içyan görüntüsünü gösteren şekil 8-10 için cevaplar aşağıdadır:

13. Doğru yanıt (C) dir; 1, primer görme alanıdır (Şekil 8-4'e bakınız).
14. Doğru yanıt (B) dir; 2, primer somatik duyu alanıdır (Şekil 8-4'e bakınız).
15. Doğru yanıt (D) dir; 3, primer motor alandır (Şekil 8-4'e bakınız).
16. Doğru yanıt (A) dir; 4, premotor alandır (Şekil 8-4'e bakınız).
17. Doğru yanıt (D) dir; Hastanın sol tarafındaki kasları, kız kardeşinin ifade ettiği "onun sol bacağını kullanmama meyiline" rağmen zayıf değildir.
18. Doğru yanıt (B) dir; Bir MRI, sağ parieto-oksipital loblarda bir tümörü gösterdi; sağ frontal lobda daha ileri bir lezyon görüldü.

Ek Okumalar

Adams, J. H., and Duchen, L. W. *Greenfield's Neuropathology*. New York: Oxford University Press, 1992.

Bates, D. The management of medical coma. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 56:589, 1993.

Benson, D. F. *The Neurology of Thinking*. New York: Oxford University Press, 1994.

Bloodstein, O. *Speech Pathology: An Introduction*. Boston: Houghton Mifflin, 1979.

Brodmann, K. *Vergleichende Lokalisationslebre der Grossbirnrinde*. Leipzig: Barth, 1909.

Bunch, M. *Dynamics of the Singing Voice*. Vienna: Springer, 1997.

Campbell, A. W. *Histological Studies on the Localization of Cerebral Function*. Cambridge, MA: Harvard University Press, 1905.

Cowan, N. *Attention and Memory: An Integrated Framework*. New York: Oxford University Press, 1995.

De Gelder, B., and Morais, J. *Speech and Reading*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1995.

Easton, J. D. Coma and related disorders. In J. H. Stein (ed.), *Internal Medicine* (4th ed.). St. Louis: Mosby, 1993.

Goetz, C. G. *Textbook of Clinical Neurology* (2nd ed.). Philadelphia: Saunders, 2003.

Guyton, A. C., and Hall, J. E. *Textbook of Medical Physiology* (11th ed.). Philadelphia: Elsevier Saunders, 2006.

Iaccino, J. F. *Left Brain–Right Brain Differences: Inquiries, Evidence, and New Approaches*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1993.

Jackson, J. H. Selected writings of John Hughlings Jackson. In J. Taylor (ed.), *On Epilepsy and Epileptiform Convulsions* (vol. 1). London: Hodder & Stoughton, 1931.

Jasper, H. H., Ward, A. A., and Pope, A. (eds.). *Basic Mechanisms of the Epilepsies*. Boston: Little, Brown, 1969.

Kandel, E. R., Schwartz, J. H., and Jessell, T. M. *Principles of Neural Science* (4th ed.). New York: McGraw-Hill, 2000.

Kapur, N. *Memory Disorders in Clinical Practice*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1994.

Levin, H. S., Eisenberg, H. M., and Benton, A. L. *Frontal Lobe Function and Dysfunction*. New York: Oxford University Press, 1991.

Mori, H. *Molecular Biology of Alzheimer's Disease and Animal Models*. New York: Elsevier, 1998.

Penfield, W., and Boldrey, E. Somatic motor and sensory representation in the cerebral cortex of man as studied by electrical stimulation. *Brain* 60:389, 1937.

Penfield, W., and Rasmussen, T. *The Cerebral Cortex of Man: A Clinical Study of Localization of Function*. New York: Macmillan, 1950.

Penfield, W., and Roberts, L. *Speech and Brain Mechanisms*. Princeton, NJ: Princeton University Press, 1959.

Porter, R. The cerebral cortex and control of movement performance. In M. Swash and C. Kennard (eds.), *Scientific Basis of Clinical Neurology* (p. 19). Edinburgh: Churchill Livingstone, 1985.

Rhoades, R. A., and Tanner, G. A. *Medical Physiology*. Boston: Little, Brown, 1995.

Seeman, P., Gaun, H. C., and Van Tol, H. H. M. Dopamine D4 receptors elevated in schizophrenia. *Nature* 365:441–445, 1993.

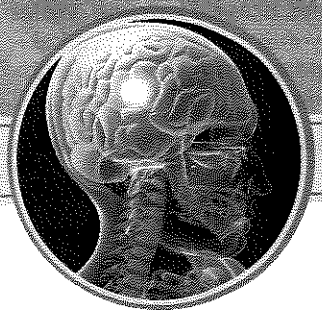
Sholl, D. A. *Organization of the Cerebral Cortex*. London: Methuen, 1956.

Snell, R. S., and Smith, M. S. *Clinical Anatomy for Emergency Medicine*. St. Louis: Mosby, 1993.

Sperry, R. W. Lateral specialization in the surgically separated hemispheres. In *The Neurosciences, Third Study Program* (p. 5). Cambridge, MA: MIT Press, 1974.

Springer, S. P. *Left Brain, Right Brain: Perspectives from Cognitive Neuroscience*. New York: Freeman, 1998.

Standring, S. (ed). *Gray's Anatomy* (39th Br. ed.). London: Elsevier Churchill Livingstone, 2005.



BÖLÜM 9

Çeviri: Dr. Behice DURGUN

FORMATIO RETICULARIS VE LİMBİK SİSTEM

A 24 yaşında bir tıp öğrencisi, motorsikletiyle yaptığı bir kazadan sonra ambulans ile acil servise getirildi. Muayenesinde, bilinçsiz olduğu saptandı ve kafasının sağ tarafında şiddetli zedelenme görüldü. Hasta konuşulanlara ve supraorbital sinir üzerine yapılan derin ağrılı basınç uyaranına yanıt veremedi. Plantar refleksleri ekstensiyon tarzında olup kornea, tendon ve pupilla refleksleri yoktu. Hastanın derin komada olduğu açıkça belliydi. Daha ileri nörolojik tetkikler sonucunda tanıya katkıda bulunacak hiçbir şey bulunamadı. Kafatasının bilgisayarlı tomografi (BT) görüntüsünde sağ parietal kemikte büyük bir çökme kırığı saptandı.

Yoğun bakım ünitesinde geçirdiği bir haftadan sonra hastanın durumu değişti. Hasta aniden uyanıklık belirtileri gösterdi; fakat dış ortamın ve kendi gereksinimlerinin farkında olmadı. Ailesini sevindiren şey, onları gözleriyle izlemesi ve sınırlı bir şekilde primitif postural ve refleks hareketler yapmasıydı. Bununla birlikte hasta konuşamadı ve istenenleri yerine getiremedi. Uyku-uyanıklık döngüsü olmasına karşın ağrılı uyarana tam yanıt veremedi. Hastanın nörolojik durumu 6 ay sonra da değişmedi.

Nörolog, hastanın uyanık olduğunu ancak çevresinin farkında olmadığını saptadı. Doktor, hasta yakınlarına beyin sapında formatio reticularis olarak bilinen sinir sistemi kısmının kazadan etkilenmediğini; bu sistemin hastanın uyanık kalmasını ve dışardan bir destek olmaksızın solunum yapabilmesini sağladığını açıkladı. Bununla birlikte trajedi, serebral korteksin ölümü ve hastanın bitkisel hayatta kalmasıydı.

BÖLÜMÜN HEDEFİ

- Formatio reticularis'in yapı ve işlevlerini kısaca özetlemek ve limbik sistem kısımları ve işlevlerini en basit terimlerle anlatmaktır.

Yakın zamanlara kadar, retiküler sistemin özgün işlevi olmayan ve beyin sapının merkezi kısımlarında yer alan dağınık sinir hücreleri ve liflerinden oluşmuş bir ağ olduğuna inanılırdı. Bugün sinir sisteminin birçok önemli işlevinde kilit rol oynadığı bilinmektedir.

Limbik sistem; serebral korteks ve hipotalamus arasında, beynin az anlaşılmış bir bölümünü tanımlamak için kullanılan bir terimdi. Bugün emosyon, davranış, içgüdü ve hafızada yaşamsal bir rol oynadığı bilinmektedir.

Formatio Reticularis

Formatio reticularis, adından da anlaşılacağı gibi, sinir hücreleri ve sinir liflerinden oluşmuş bir ağa benzer. Bu ağ medulla spinalis'ten serebruma kadar merkezi sinir sistemi ekseni boyunca uzanır. Önemli sinir yolları ve çekirdekleri arasında stratejik yerleşimi vardır. Duyu sistemlerinin çoğundan lifler alır ve merkezi sinir sisteminin tüm düzeylerindeki sinir hücrelerini etkileyen inen efferent lifler verir. Formatio reticularis nöronlarının çok uzun olan dendritleri inen ve çıkan yollardan impuls gelmesini sağlar. Çok sayıdaki bağlantıları aracılığıyla çizgili kas aktivitesini, somatik ve visseral duyuları, otonom ve endokrin sistemleri bilinç düzeyinde bile etkileyebilir.

Genel Düzenlenişi

Formatio reticularis medulla spinalis'ten medulla oblongata, pons, mesencephalon, subthalamus, hypothalamus ve thalamus'a kadar uzanan sinir hücreleri ve liflerinin oluşturduğu derinde yerleşmiş bir ağdır. Bu dağınık ağın kabaca üç adet uzunlamasına hücre kolonu oluşturduğu kabul edilir. Kolonların birincisi **columna mediana** adını alır ve orta büyüklükte nöronlar içerir. **Columna medialis** denilen ikinci kolon büyük nöronlardan, **columna lateralis** denilen üçüncü kolon ise küçük nöronlardan oluşur (Şek. 9-1).

Klasik nöron boyama teknikleriyle nöron gruplarının sınırları güçlükle tanımlanabilir ve bu ağ boyunca düzenli bir traktusun izlenmesi zordur. Bununla birlikte, yeni nörokimyasal ve sitokimyasal lokalizasyon teknikleriyle, formatio reticularis'in merkezi sinir sisteminin özgün alanlarındaki işlevleri etkileyebilen nörotransmittere özgün (transmitter-spesific), oldukça organize nöron grupları içerdiği gösterilmiştir. Örneğin monoaminerjik nöron grupları formatio reticularis içerisinde belirgin alanlarda yerleşmiştir.

Formatio reticularis içerisinde somatik ve visseral işlevlerle ilgili birçok nöron içeren hem çaprazlaşmış hem de çaprazlaşmamış inen ve çıkan yollar bulunur.

Formatio reticularis aşağıda medulla spinalis'in gri cevherindeki ara nöronlarla devam eder; yukarıda ise impulslar bir aracı vasıtasıyla serebral kortekse iletilir. Ayrıca önemli sayıda lif cerebellum'a ulaşır.

Afferent Bağlantılar

Formatio reticularis'e merkezi sinir sisteminin büyük bir bölümünden çok sayıda afferent lif gelir (Şek. 9-2). Medulla spinalis'ten; tractus spinoreticularis, tractus spinothalamicus ve lemniscus medialis, kafa çiftlerinin çekirdeklerinden; denge, işitme ve görme ile ilgili yükselen lifler, serebellumdan; tractus cerebelloreticularis, ayrıca subtalamik, hipotalamik ve talamik çekirdekler ile corpus striatum ve limbik sistem'den gelen lifler formatio reticularis'in afferent bağlantılarıdır. Diğer önemli afferent lifler frontal lobdaki primer motor alan ve parietal lobdaki somestetik alandan gelir.

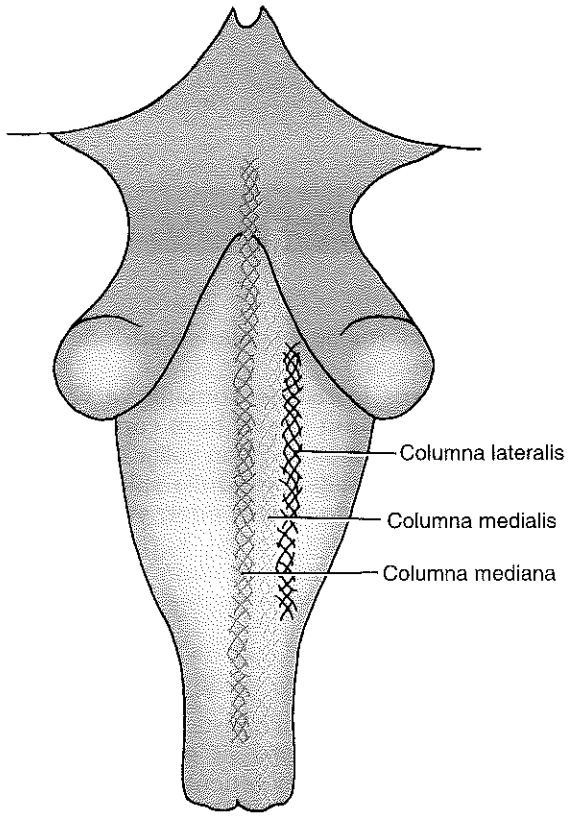
Efferent Bağlantılar

Beyin sapı ve medulla spinalis'e inen çok sayıda efferent lif, tractus reticulobulbaris ve tractus reticulospinalis aracılığıyla kafa çiftlerinin motor çekirdekleri ile medulla spinalis'in ön boynuzundaki motor nöronlara bağlanır. Bir kısım inen lifler otonom sinir sisteminin sempatik ve kraniosakral parasempatik çıkış bölümlerine ulaşırlar. Ayrıca corpus striatum, cerebellum, nucleus ruber, substantia nigra, tectum mesencephalicum, thalamus'un çekirdekleri, subthalamus ve hypothalamus'a giden lifler de vardır. Serebral korteksin birçok alanına da formatio reticularis'ten lifler gelir.

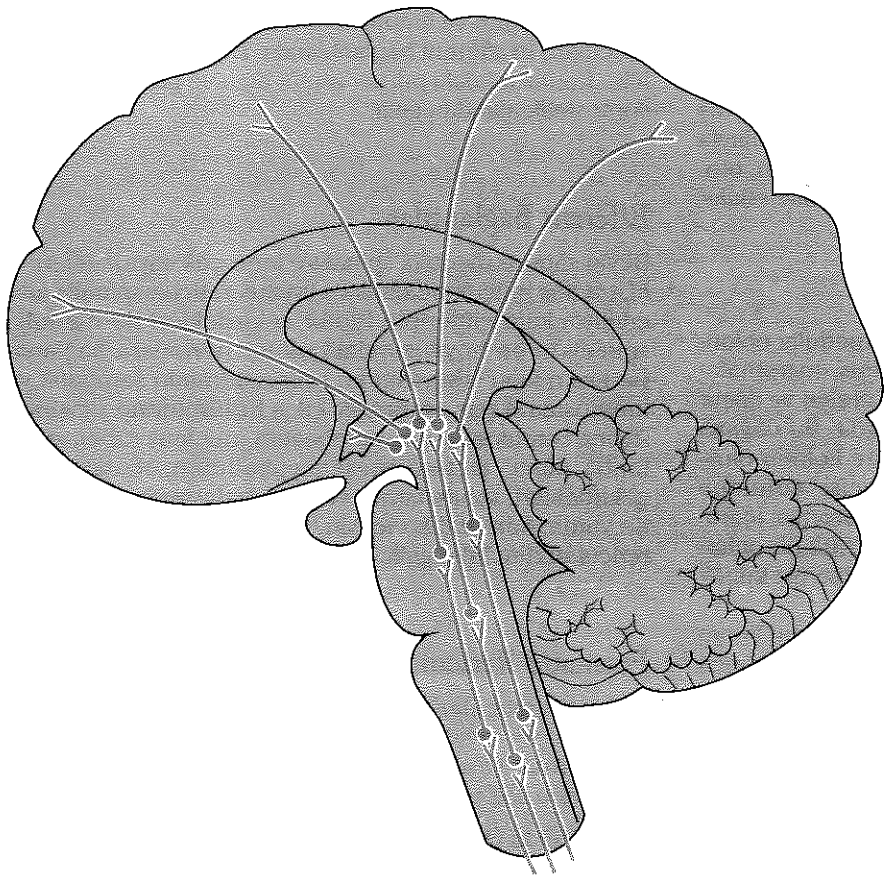
Formatio Reticularis'in İşlevleri

Formatio reticularis'in sinir sisteminin tüm kısımlarıyla kurduğu çok sayıdaki bağlantılardan dolayı işlevlerinin de fazla olması şaşırtıcı değildir. Burada çok önemli birkaç işlevinden söz edilecektir:

1. **İskelet kaslarının denetimi:** Formatio reticularis tractus reticulospinalis ve tractus reticulobulbaris aracılı-



Şekil 9-1 Beyin sapında formatio reticularis'in columna mediana, medialis ve lateralis'inin yerleşimini gösteren şematik resim.



Şekil 9-2 Formatio reticularis'in afferent bağlantılarını gösteren şematik resim.

ğıyla alfa ve gamma motor nöronların aktivitesini etkiler. Böylece kas tonusu ve refleks aktiviteyi düzenler. Ayrıca reziprokal inhibisyonu - örneğin fleksor kaslar kasıldığında antagonist ekstensor kasların gevşemesini - sağlayabilir. Formatio reticularis iç kulaktaki denge sistemi ve tractus vestibulospinalis'in yardımıyla ayakta dik duruşta antigravite (postural) kasların tonusunun ayarlanmasında önemli bir rol oynar. Nörofizyologlar tarafından solunum kaslarının denetleyicisi olarak tanımlanan ve önceleri beyin sapının solunum merkezleri diye bilinen merkezler, artık formatio reticularis'in bir bölümü sayılmaktadır.

Emosyona bağlı olarak yüz ifadesinin ortaya çıkmasını sağlayan yüzün mimik kaslarının denetiminde formatio reticularis'in rolü önemlidir. Örneğin; yapılan bir şakaya gülümseyen ya da kahkahayla gülen bir insanda, motor kontrol beynin her iki tarafında formatio reticularis tarafından sağlanır. İnen yollar, kortikobulbar liflerden ayrıdır. Bu durum, yüzünün alt yarısında fasiyal paraliz ve kortikobulbar lifleri tutan bir inme (stroke) olan hastanın neden simetrik olarak gülümseyebildiğini açıklar.

2. **Somatik ve visseral duyuların denetimi:** Serebrospinal eksendeki merkezi yerleşimi nedeniyle formatio reticularis, supraspinal düzeylere giden tüm yükselen yolları etkileyebilir. Bu etkiler fasilitator veya inhibitor olabilir. Formatio reticularis, özellikle ağrı duyusunun algılanmasını düzenleyen "kapı kontrol mekanizması"nda kilit rol oynayabilir.
3. **Otonom sinir sisteminin denetlenmesi:** Serebral korteks, hipotalamus ve diğer subkortikal nukleuslar gibi daha üst merkezler tarafından otonom sinir sisteminin denetlenmesi, sempatik ve kraniosakral parasempatik çıkış merkezlerine inen tractus reticulobulbaris ve tractus reticulospinalis tarafından sağlanır.
4. **Endokrin sistemin denetlenmesi:** Formatio reticularis doğrudan ya da dolaylı olarak hipotalamik çekirdekler aracılığıyla releasing (serbestleştirici) ve releasing-inhibitör (inhibe edici) faktörlerin salgılanması ve salınımını böylece hipofiz bezinin aktivitesini denetleyebilir.
5. **Biyolojik ritme olan etkisi:** Formatio reticularis hipotalamus ile kurduğu çok sayıda afferent ve efferent bağlantılar aracılığıyla biyolojik ritmi etkileyebilir.
6. **Retiküler aktive edici sistem:** Üst merkezlere duyuları taşıyan yollar, formatio reticularis aracılığıyla serebral korteksin çeşitli kısımlarına yansıtılır. Böylece uykudan uyanma sağlanır. Gerçekten de bilinçlilik durumunun duyusal bilgilerin kortekse sürekli iletilmesine bağlı olduğu düşünülmektedir. Uyanıklığın farklı dereceleri olasılıkla formatio reticularis aktivitesinin derecesine bağlıdır.

Yukarıdaki açıklamalardan anlaşılacağı gibi; geçmişte kabul edilmese de, günümüzde, serebrospinal eksendeki nöron ağının vücudun tüm aktivitelerini etkilediği gösterilmiştir.

Limbik Sistem

Limbik kelimesinin anlamı "kenar" veya "sınır" dır. Limbik sistem terimi önceleri kabaca cortex cerebri ve hypothalamus arasındaki bölgede yer alan yapılar için kullanılırdı. Araştırmalar sonucunda limbik sistemin bu sınır bölgesinin dışında da yer alan yapılarla birlikte emosyon, davranış ve içgüdülerin düzenlenmesinde rol aldığı anlaşıldı. Limbik sistemin hafızada da önemli bir rolü vardır.

Anatomik olarak limbik yapılar area subcallosa, gyrus cinguli, gyrus parahippocampalis, formatio hippocampi, corpus amygdaloideum, corpus mammillare ve nuclei anteriores thalami'yi içerir (Şek. 9-3). Alveus hippocampi, fimbria hippocampi, fornix, tractus mammillothalamicus ve stria terminalis, limbik yapılar arasında bağlantıyı sağlayan yollardır.

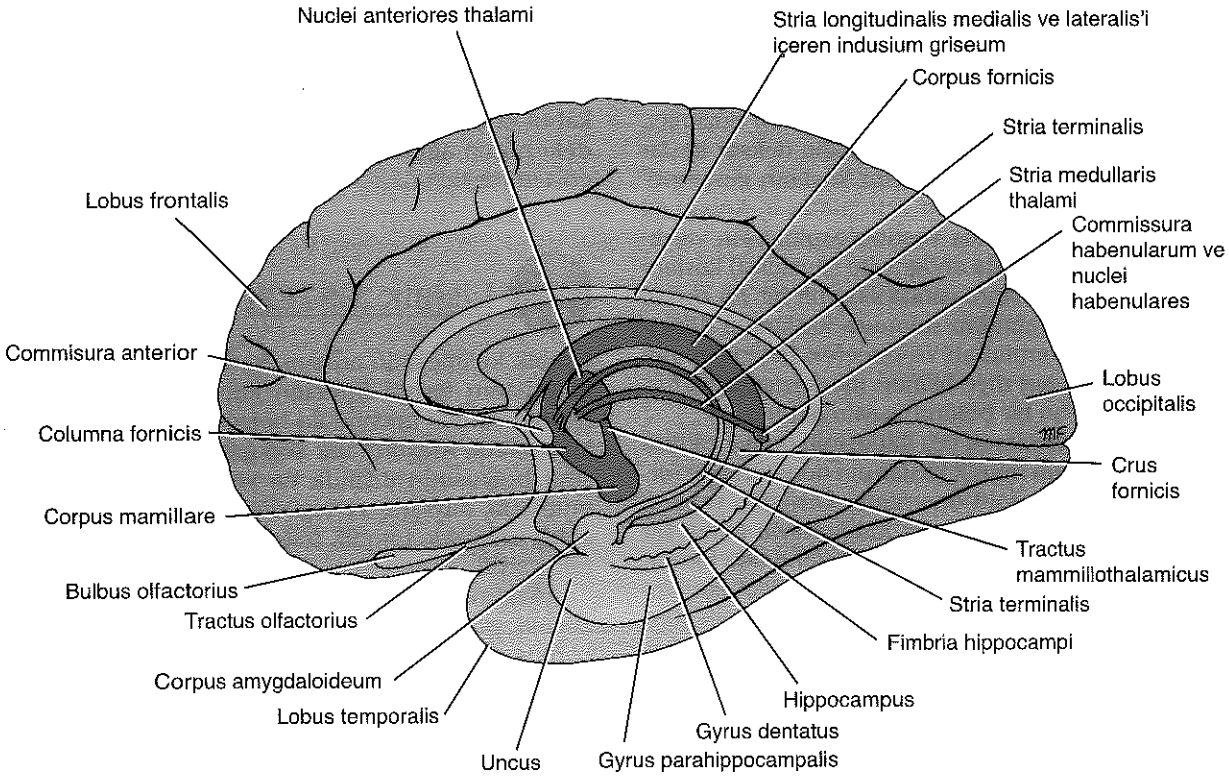
Formatio Hippocampi

Formatio hippocampi; hippocampus, gyrus dentatus ve gyrus parahippocampalis'ten oluşmuştur.

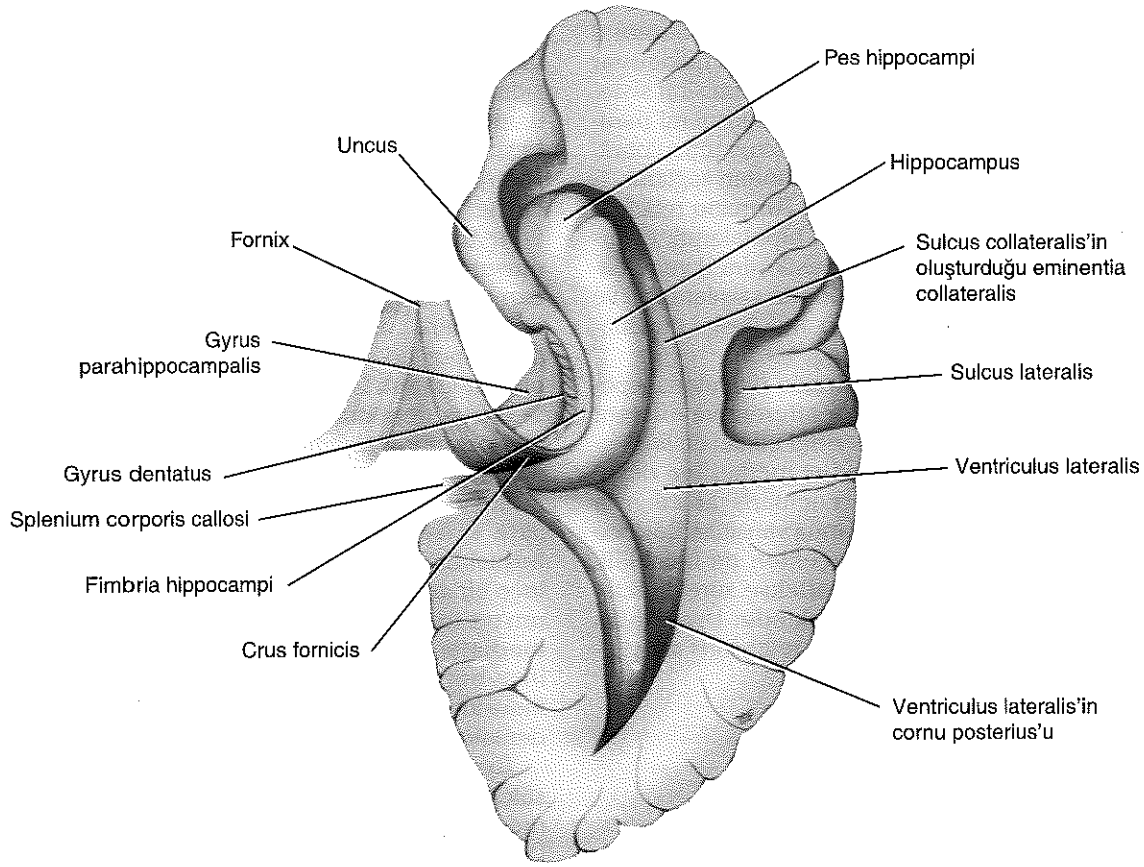
Hippocampus, lateral ventrikülün alt boynuzunun tabanı boyunca uzanan kıvrılmış bir gri cevher kabarıntısıdır (Şek. 9-4). Ön ucu **pes hippocampi**'yi oluşturmak üzere genişlemiştir. Hippocampus'a bu ad, koronal kesitte deniz atına benzediği için verilmiştir. Konveks ventriküler yüzeyi, altında **alveus** denilen ince bir beyaz cevher tabakasının uzandığı, ependim ile kaplıdır (Şek. 9-5). Alveus, hippocampus'tan başlayan sinir liflerinden oluşur ve bu lifler medialde birleşerek fimbria hippocampi denilen demeti yapar (Şek. 9-4 ve 9-5). **Fimbria** daha sonra crus fornicis ile devam eder (Şek. 9-4). Hippocampus arkada corpus callosum'un splenium kısmının altında son bulur.

Gyrus dentatus, gyrus parahippocampalis ve fimbria hippocampi arasında uzanan dişli ve dar bir gri cevher parçasıdır (Şek. 9-4). Gyrus dentatus arkada corpus callosum'un splenium'una kadar fimbria hippocampi ile birlikte seyreder ve indusium griseum ile devam eder. **İndusium griseum** corpus callosum'un üst yüzünü örten ince bir gri cevher kalıntısıdır (Şek. 9-6). İndusium griseum'un üst yüzüne gömülü olarak stria **longitudinalis medialis** ve **stria longitudinalis lateralis** denilen iki ince beyaz cevher şeridi bulunur. Stria'lar rudimenter indusium griseum'un beyaz cevheri'nin kalıntısıdır. Gyrus dentatus önde uncus'a karışır.

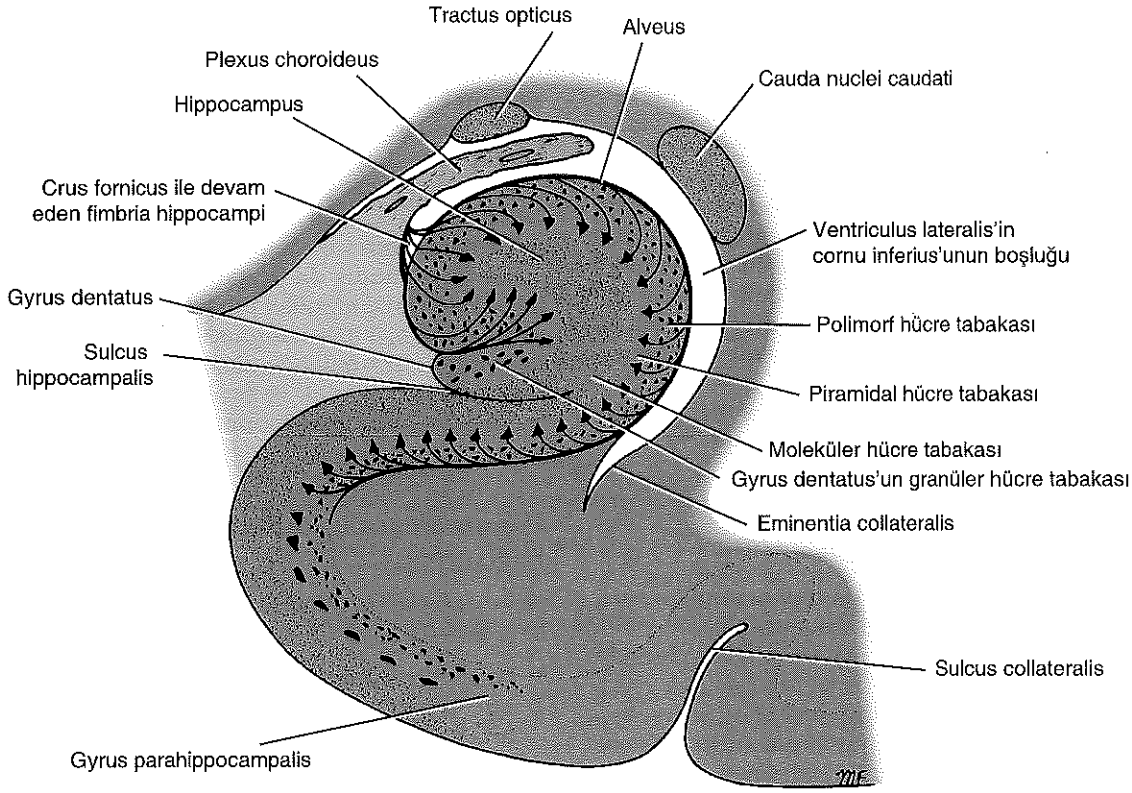
Gyrus parahippocampalis fissura hippocampi ile sulcus collateralis arasında uzanır ve lobus temporalis'in medial kenarı boyunca hippocampus ile devam eder (Şek. 9-4 ve 9-5).



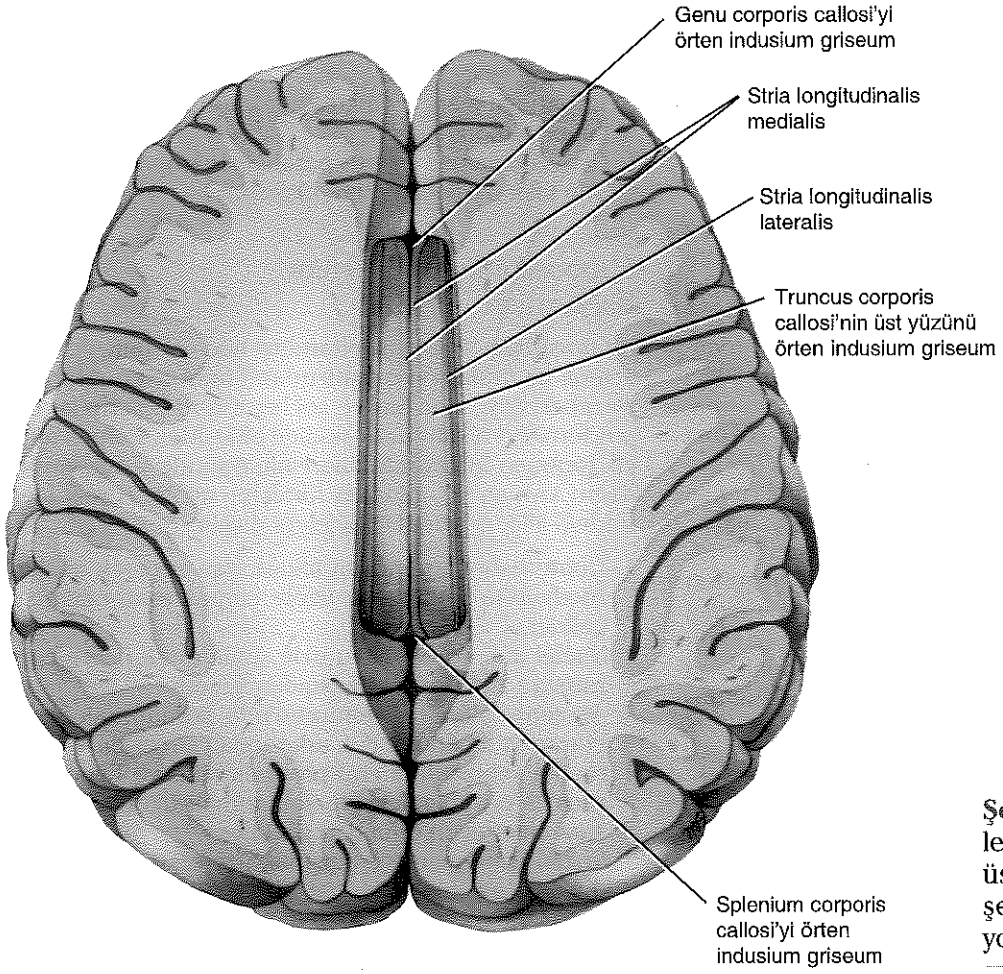
Şekil 9-3 Sağ beyin hemisferinin medial yüzden görünümünde limbik sistemi oluşturan yapılar.



Şekil 9-4 Hippocampus, gyrus dentatus ve fornix'i göstermek üzere lateral ventrikülü açılmış sağ beyin hemisferi.



Şekil 9-5 Hippocampus ve ilgili yapıların koronal kesiti.



Şekil 9-6 Beyin hemisferlerinin corpus callosum'un üst yüzünü gösterecek şekilde yapılmış disseksiyonu.

Corpus Amygdaloideum

Corpus amygdaloideum'a bu ad, şekli bademe benzediği için verilmiştir. Lateral ventrikülün alt boynuzunun ucunda kısmen ön kısmen de üst kısımda yerleşmiştir (Şek.7-15). Lateral ventrikülün alt boynuzunun tavanında öne doğru uzanan cauda nuclei caudati'nin ucu ile birleşir. Stria terminalis nucleus amygdaloideum'un arka kısmından başlar. Corpus amygdaloideum; daha büyük olan **basolateral grup** ve daha küçük olan **kortikomedial grup** olmak üzere iki kısma ayrılır.

Corpus mammillare ve nuclei anteriores thalami kitabın başka bir bölümünde anlatılmaktadır.

Limbik Sistemin Bağlantı Yolları

Bu bağlantı yolları; alveus, fimbria hippocampi, fornix, tractus mammillothalamicus ve stria terminalis'tir.

Alveus hippocampus'un üst veya ventriküler yüzünde uzanan ince bir tabaka beyaz cevher içerir (Şek. 9-5). Hippokampal korteksten başlayan sinir liflerinden oluşmuştur. Lifler **fimbria** hippocampi'yi oluşturmak üzere hippocampus'un medial kenarında birleşirler.

Fimbria, hippocampus'un arka ucunu **crus fornicis** olarak terkeder (Şek. 9-4). Sağ ve sol tarafın crus fornicis'i thalamus'un arka yüzü etrafında ve corpus callosum'un splenium kısmının altında arkaya ve yukarıya doğru kıvrılır. Bundan sonra her iki crus, corpus callosum'un tam altında seyreden **corpus fornicis**'i oluşturmak üzere birleşirler (Şek. 9-3). İki crus birleşirken **commissura fornicis** (commisura hippocampi) denilen enine liflerle birbirlerine bağlanırlar (Şek.7-17). Bu lifler çaprazlaşır ve her iki hemisferin hippocampus'una karışırlar.

Corpus fornicis önde corpus callosum'un alt yüzüne **septum pellucidum** ile bağlıdır. Corpus fornicis altta üçüncü ventrikül (ventriculus tertius)'ün ependimal tavanı ve tela choroidea'sı ile komşudur.

Corpus fornicis önde her biri foramen interventriculare (foramen Monro)'nin üzerinden öne ve aşağıya kıvrılan iki **columna fornicis**'e ayrılır. Her bir columna, üçüncü ventrikülün lateral duvarında kaybolarak **corpus mamillare**'de sonlanır (Şek. 9 -3).

Tractus mammillothalamicus, corpus mammillare ile nuclei anteriores thalami arasında önemli bir bağlantıdır.

Stria terminalis corpus amygdaloideum'un arka kısmından başlar ve lateral ventrikülün alt boynuzunun tavanındaki nucleus caudatus'un cauda kısmının medial kenarı boyunca uzanan bir sinir lifi demeti halinde arkaya doğru seyreder (Şek. 9-3). Nucleus caudatus'un kıvrımını izleyerek ventriculus lateralis'in pars centralis'inin tabanında seyreder.

Hippocampus ve Gyrus Dentatus'un Yapısı

Gyrus parahippocampalis'in kortikal yapısı, altı tabakalıdır (Şek. 9-5). Hippocampus'a doğru gidildikçe kortekste kademeli olarak altı-tabakalı yapıdan üç tabakalı yapıya geçiş görülür. Bu tabakalar; dışta sinir lifleri ve dağınık küçük nöronlardan oluşan **moleküler tabaka**, ortada çok sayıda büyük **piramidal nöronlar**dan oluşan piramidal tabaka, içte ise korteksin diğer kısımlarındaki **polimorf tabakanın** yapısına benzeyen polimorf tabaka'dır.

Gyrus dentatus da üç tabakalıdır; ancak piramidal tabakanın yerini granüler tabaka almıştır (Şek. 9-5). Granüler tabaka, hippocampus'taki piramidal hücrelerin dendritlerinde sonlanan aksonların çıktığı, sıkıca biraraya gelmiş, yuvarlak ve oval nöronlardan oluşmuştur. Birkaç akson fimbria hippocampi'ye katılır ve fornix'e girer.

Hippocampus'un Afferent Bağlantıları

Hippocampus'un afferent bağlantıları altı gruba ayrılabilir (Şek. 9-7):

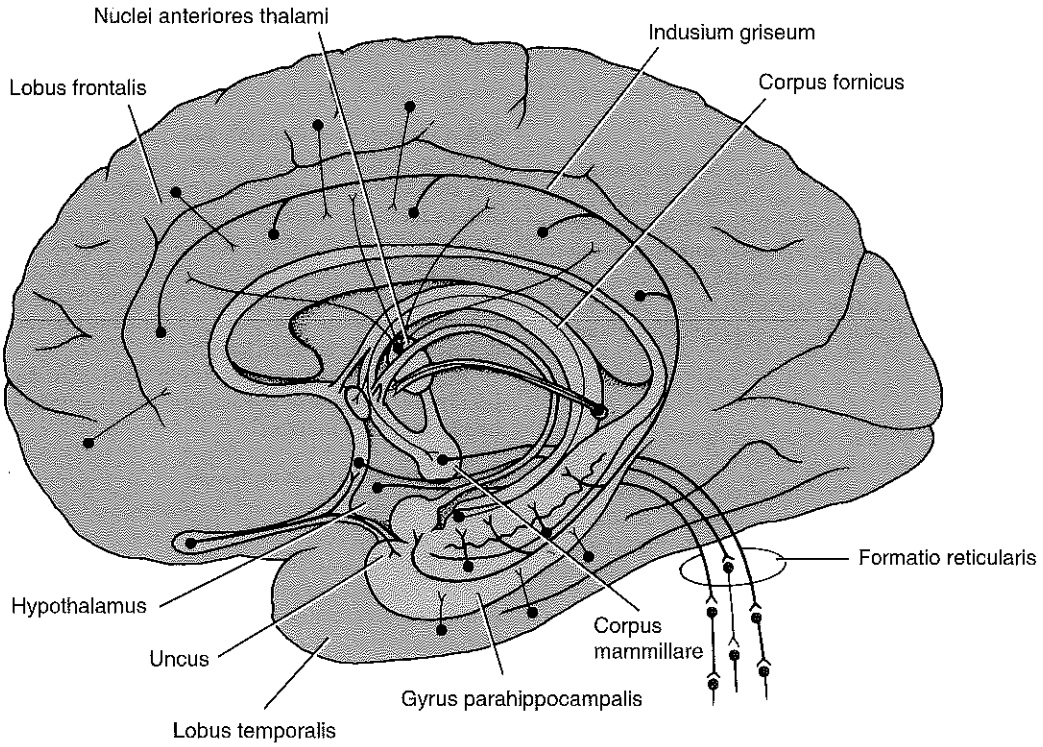
1. Gyrus cinguli'den başlayan lifler hippocampus'a gelir.
2. Nuclei septales (commissura anterior'a yakın olarak orta hatta yer alan çekirdekler)'ten başlayan lifler fornix içinde arkaya geçerek hippocampus'a gelir.
3. Bir taraf hemisferindeki hippocampus'tan başlayan lifler orta hatta çaprazlaşarak commissura fornicis (commissura hippocampi) içinde karşı hippocampus'a geçer.
4. Indusium griseum'dan başlayan lifler, stria longitudinalis medialis ve lateralis içinde arkaya geçerek hippocampus'a gelir.
5. Entorhinal alan ve koku korteksinden başlayan lifler hippocampus'a gelir.
6. Gyrus dentatus ve gyrus parahippocampalis'ten başlayan lifler hippocampus'a ulaşır.

Hippocampus'un Efferent Bağlantıları

Hippocampus'un büyük piramidal hücrelerinin aksonları alveus ve fimbria'yı oluştururlar. Fimbria crus fornicis olarak devam eder. Sağ ve sol hemisferdeki crus'lar corpus fornicis'i oluşturacak şekilde birleşirler. Corpus fornicis foramen interventriculare'nin önünde aşağı ve öne doğru kıvrılan iki columna fornicis'e ayrılır. Fornix içerisindeki lifler aşağıdaki bölgelere dağılır (Şek. 9-7):

1. Commissura anterior'un arkasından geçerek nucleus medialis'te sonlanmak üzere corpus mammillare'ye gelirler.
2. Nuclei anteriores thalami'de sonlanmak üzere commissura anterior'un arkasından geçerler.
3. Mezensefalon tegmentumu'nda sonlanmak üzere commissura anterior'un arkasından geçerler.
4. Nuclei septales, lateral preoptik alan ve hypothalamus'un ön bölgelerinde sonlanmak üzere commissura anterior'un önünden geçerler.
5. Nuclei habenulares'e ulaşmak üzere stria medullaris thalami'ye katılırlar.

Yukarıda anlatılan karmaşık anatomik yollar, limbik sistemi oluşturan yapıların yalnızca birbirleriyle değil



Şekil 9-7 Limbik sistemin bazı önemli afferent ve efferent bağlantılarını gösteren şematik resim.

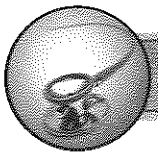
sinir sisteminin diğer kısımları ile de bağlantıları olduğunu göstermektedir. **Fizyologlar, limbik sistemin ana çıktılarını veren bir yapı olarak hypotalamus'un önemini artık kabul etmektedirler.**

Limbik Sistemin İşlevleri

Hypothalamus'un otonom sinir sisteminin çıkış merkezleriyle olan bağlantısı ve endokrin sistemi düzenlemesi nedeniyle limbik sistem hypothalamus aracılığıyla emosyonel davranışları pek çok açıdan etkileyebilir. Bunlar özellikle korku, öfke ve seksüel davranış ile ilgili emosyonlardır.

Hippocampus'un, yakın hafızayı uzak hafızaya dönüştürmede rolü olduğuna dair kanıtlar da vardır. Bir kişide hippocampusun lezyonu, uzak hafızanın depolanamamasına yol açar. Lezyondan önceki uzak hafıza kayıtları ise bundan etkilenmez. Bu duruma **anterograd amnezi** adı verilir. Corpus amygdaloideum ve hippocampus'un lezyonlarının, bu yapılardan birinin tek başına lezyonundakinden daha fazla hafıza kaybına neden olması da ilginçtir.

Limbik sistemin koku işlevi olduğuna dair kanıt yoktur. Limbik sistemin değişik afferent ve efferent bağlantıları çok çeşitli çevresel uyaranlara karşı etkin homeostatik yanıtlar verilmesini ve entegrasyonu (tümleştirme) sağlar.



KLİNİK BİLGİLER

Formatio Reticularis

Formatio reticularis, medulla spinalis'ten cortex cerebri'ye kadar olan nöral eksen (serebrospinal eksen) boyunca uzanan sinir hücreleri ve liflerinin oluşturduğu devamlılık gösteren bir ağdır. Formatio reticularis, yalnızca motor sistemleri değil duyu sistemlerini de etkiler. Serebral korteksin değişik kısımlarına akseden çok sayıdaki yükselen yollar aracılığıyla formatio reticularis'in, bilinçlilik durumunu etkilediğine inanılmaktadır.

Bilinç Kaybı

Deney hayvanlarında, yükselen duyu yollarını koruyarak yapılan formatio reticularis tahribi, kalıcı bilinçsizliğe neden olur. İnsanda formatio reticularis'in patolojik lezyonları bilinç kaybı, hatta koma ile sonuçlanabilir. Epilepsi'de oluşan bilinç kaybının, formatio reticularis'in diencephalon'un üstündeki bölümünün inhibisyonuna bağlı olabileceği öne sürülmüştür.

Limbik Sistem

Limbik sistemin anatomik bağlantıları oldukça karmaşıktır ve önemi tam olarak anlaşılamadığından tıp öğrencisinin bu bağlantıların hepsini aklında tutması gereksizdir. Hayvanlarda limbik sistemin farklı kısımlarının çıkarılması veya uyarılmasını içeren nörofizyolojik deneylerin sonuçları çok açık değildir. Bununla birlikte bazı önemli işlevleri anlaşılmıştır: (1) Limbik yapılar emosyonlar ve bu emosyonlarla birlikte ortaya çıkan visseral yanıtların oluşmasında rol oynar. (2) Hippocampus yakın hafıza ile ilgilidir.

Şizofreni

Şizofreninin bulguları düşünce zincirinde kronik bozukluk (kargaşa), tepkisizlik (blunted affect) ve emosyonel içe kapanıklıktır. Paranoid kuşkular ve işitme halusinasyonları (varsanıları) da bulunabilir. Klinik araştırmalar, limbik sisteme ait dopamin reseptörlerinin farmakolojik ajanlarla bloke edilmesi sonucu şizofreninin ağır bulgularının hafiflediğini göstermiştir. Örneğin phenothiazine verilmesi limbik sistemin dopamin reseptörlerini bloke eder. Ne yazık ki, bu ilaç da diğer antipsikotik ilaçların çoğu gibi, ekstrapiramidal sistem içindeki dopaminerjik reseptörler üzerinde yan etkiler oluşturarak anormal istemsiz hareketlere yol açar. Şimdiki araştırmalar, ekstrapiramidal sistem (substantia nigra ve corpus striatum)'in reseptörlerini etkilemeden yalnızca limbik sistemin dopamin reseptörlerini bloke eden bir ilaç bulma üzerinde yoğunlaşmıştır.

Bununla birlikte, bazı nöronlar tarafından aşırı dopamin üretiminin şizofreniye yol açtığına dair doğrudan bir kanıt da henüz bulunamamıştır.

Corpus Amygdaloideum'un Tahribi

Agressif davranış gösteren hastalarda nucleus amygdaloideum ve paraamigdaloid alanın tek veya iki taraflı tahribi çoğu olgularda, agressif davranışlarda ve emosyonel kararsızlıkta azalma, sakinlik, yiyeceklere aşırı ilgi ve hiperseksüalite ile sonuçlanır. Hafızada bir bozukluk yoktur. Lobus temporalis'leri iki taraflı çıkarılan maymunlarda **Klüver-Bucy sendromu** olarak adlandırılan tablo ortaya çıkar. Bu maymunlar sakinleşir, korku ve saldırganlık belirtileri göstermez ve gördükleri cisimleri tanımazlar (psişik körlük), iştahları ve seksüel aktiviteleri artar. Ayrıca hayvanlar -dişi ya da erkek olsun- karşı cins ayrımı yapmazlar.

İnsanda corpus amygdaloideum'da yapılan özgün sterotaksik lezyonlar emosyonel aşırı aktiviteyi azaltarak saldırgan hastalarda davranışları normale döndürür. Hafıza kaybı olmaz.

Temporal Lob Disfonksiyonu

Temporal lob epilepsisinin hemen öncesinde işitme ve koku halusinasyonları gibi aura dönemi belirtileri olabilir. Koku halusinasyonu genellikle kötü koku sanısı şeklindedir. Hastanın düşünceleri karışık olup endişeli ve uysaldır. Toplum içinde soyunma veya durup dururken araba kullanma gibi karmaşık ve otomatik hareketler yapabilir ve nöbet geçtikten

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ

1. Vizit sırasında emosyonların nörolojik temelleri tartışılırken bir nörolog 3. sınıf tıp öğrencisine Klüver - Bucy sendromu hakkında neler bildiğini sorar. Siz bu soruyu nasıl yanıtlardınız? Bu sendrom insanda tanımlanmış mıdır?
2. 4 yıldır epileptik nöbet öyküsü olan 23 yaşında bir kadın, nöroloğunu ziyaret eder. Bir arkadaşı kadının epileptik nöbetlerinden birini çok ayrıntılı ve doğru olarak anlatır. Hasta konvulsiyonlar başlamadan bir kaç saniye önce inek ahırlarındakine benzeyen kötü bir kokudan yakınmaktadır. Bunu acı bir çığlığın ardından bilinçsizce yere düşüş izlemektedir. Bunun hemen ardından da tüm vücutta tonik ve klonik kasılma başlamaktadır. Hastanın jeneralize (yaygın) epileptik nöbet geçirdiği açıkça bellidir. Nöroanatomi bilginizi kullanarak epileptik deşarjın ilk önce beynin hangi lobunda başladığını belirtiniz.
3. 54 yaşında bir erkek, hastanede beyin tümöründen ölmüştür. Entellektüel açıdan çok parlak bir kişi olduğu ve çocukluğunda geçen olayları kolaylıkla hatırladığı bilinmekteydi. Ailesi son 6 aydır bazı eşyalarını örneğin piposunu, nereye koyduğunu anımsamakta zorlandığının farkına varmıştı. Ayrıca son zamanlarda yakın geçmişteki olayları anımsama güçlüğü çekmiş ve ölmeden hemen önce de, kendisini bir gün önce ziyaret eden erkek kardeşini anımsayamamıştı. Nöroanatomi bilginizi kullanarak beynin hangi kısmının genişleyen ve yaygın olan tümörden etkilendiğini belirtiniz.

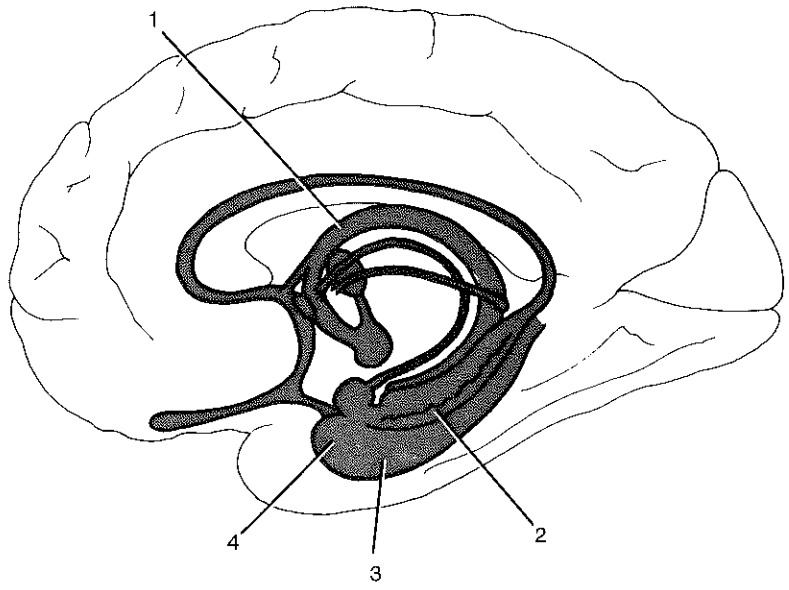
KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. Klüver-Bucy sendromu temporal lobları bilateral olarak çıkarılmış maymunlarda görülen bulguları içerir. Maymunlar sakinleşir ve tepkisizleşir, öfke belirtisi göstermez, iştah ve tuhaf seksüel davranışları artar. Gördükleri cisimleri tanıyamazlar. Bu sendrom amygdaloid alanı tahrip olmuş insanlarda genellikle görülmemesine karşın temporal lobları bilateral olarak çıkarılmış insanlarda görülebilir.
2. Epilepsi nöbetinin jeneralize (yaygın) konvulsiyonlarından önceki koku halusinasyonu deşarjın önce serebral korteksin temporal lobunda başladığını gösterir.
3. Otopsi tümörün her iki serebral hemisferde hippocampus, fornix ve corpus mammillare'ye yayıldığını göstermiştir. Hippocampus yakın hafıza ile ilgili afferent bilginin sıralanması ve depolanmasında rol oynar.

ÇALIŞMA SORULARI

Açıklama: Aşağıdaki sorularda her bir cümleyi izleyen beş harfli seçenek vardır. DOĞRU yanıt oluşturan TEK seçeneği işaretleyiniz.

1. Formatio reticularis ile ilgili hangi tanımlama doğrudur?
   (a) Tractus reticulobulbaris ve tractus reticulospinalis; formatio reticularis'ten, sırasıyla kafa çiftlerinin motor çekirdeklerine ve medulla spinalis'in ön boynuz motor nöronlarına gelen afferent yolları oluştururlar.
   (b) Formatio reticularis, medulla spinalis'ten mezensefalona kadar merkezi sinir sistemi ekseni boyunca uzanır.
   (c) Formatio reticularis içindeki başlıca yollar gümüş boyalar kullanılarak merkezi sinir sisteminin bir bölümünden diğer bölümüne kadar kolayca izlenebilir.
   (d) Formatio reticularis yukarda cortex cerebri'ye ulaşır.
   (e) Formatio reticularis'e merkezi sinir sisteminin çok az yerinden afferent yollar gelir.
2. Formatio reticularis'in işlevleri ile ilgili hangi tanımlama doğrudur?
   (a) Alfa ve gamma motor nöronların aktivitelerini etkiler.
   (b) Tractus vestibulospinalis işlevinin tersi olan işlevi görür.
   (c) Esas hareket ettirici kasın kasılması sırasında reziprokal inhibisyon oluşturmaz.
   (d) Antigravite (postural) kasların tonusunun ayarlanmasında hiç rolü yoktur.
   (e) Refleks aktiviteyi düzenlemez.
3. Formatio reticularis'in işlevleri ile ilgili hangi tanımlama doğrudur?
   (a) Ağrı'nın algılanmasını hiç etkilemez.
   (b) Supraspinal düzeylere giden tüm yolları etkilemez.
   (c) Tractus reticulobulbaris ve tractus reticulospinalis aracılığıyla sempatik ve parasempatik çıkış merkezlerini denetleyebilir.
   (d) Biyolojik ritm üzerinde hiç etkisi yoktur.
   (e) Bireyin uyanıklık derecesini etkilemez.
4. Aşağıdaki hangi yapılar, anatomik olarak limbik sistemi oluşturur?
   (a) Corpus amygdaloideum, nucleus ruber ve nuclei vestibulares
   (b) Pulvinar thalami ve substantia nigra
   (c) Formatio hippocampi
   (d) Gyrus cinguli ve uncus
   (e) Area subcallosa, gyrus cinguli, gyrus parahippocampalis, formatio hippocampi, corpus amygdaloideum, corpus mammillare ve nuclei anteriores thalami
5. Hippocampus'un efferent bağlantıları ile ilgili hangi tanımlama doğrudur?
   (a) Korteksindeki küçük granüler hücrelerden başlar.
   (b) Fornix içerisinden geçer.
   (c) Hiç bir lifi corpus mammillare'ye gitmez.
   (d) Fornix içerisindeki lifler foramen interventriculare'nin arkasından geçer.
   (e) Bazı lifler nuclei posteriores thalami'de sonlanır.
6. Limbik sistemin işlevleri ile ilgili hangi tanımlama doğrudur?
   (a) Korku ve kızgınlık reaksiyonları ile ilgili değildir.
   (b) Görsel deneyimlerle ilgilidir.
   (c) Hippocampus yakın hafıza ile ilgilidir.
   (d) Limbik sistem koku işlevinde önemli bir rol oynar.
   (e) Endokrin sistemin aktivitesini doğrudan etkiler.



Şekil 9-8 Sağ beyin hemisferinin medial yüzden görünümünde limbik sistemi oluşturan yapılar

Eşleştirme soruları: Sol tarafta sıralanmış Şekil 9-8'e ait numaraları sağ tarafta sıralanmış uygun yapılarla eşleştiriniz. Herhangi bir yapı birden fazla kullanılabilir veya hiç kullanılmayabilir.

7. No 1
8. No 2
9. No 3
10. No 4

(a) Uncus
(b) Corpus fornicis
(c) Gyrus parahippocampalis
(d) Gyrus dentatus
(e) Yukardakilerin hiçbiri

ÇALIŞMA SORULARININ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. Doğru yanıt D'dir. Formatio reticularis yukarda cortex cerebri'ye ulaşır (sayfa 305'e bkz). A.Tractus reticulobulbaris ve tractus reticulospinalis; formatio reticularis'ten, sırasıyla kafa çiftlerinin motor çekirdeklerine ve medulla spinalis'in ön boynuz motor nöronlarına gelen efferent yolları oluştururlar (Sayfa 305'e bkz). B.Formatio reticularis medulla spinalis'ten thalamus'a kadar merkezi sinir sistemi ekseni boyunca uzanır (Sayfa 305'e bkz). C. Formatio reticularis'in sınırları güçlükle tanımlanabildiği için gümüş boyalar kullanılarak, düzenli bir traktusun merkezi sinir sisteminin bir bölümünden diğer bölümüne kadar izlenmesi zordur. E. Formatio reticularis'e merkezi sinir sisteminin bir çok yerinden afferent yollar gelir (Sayfa 305'e bkz).
2. Doğru yanıt A'dır. Formatio reticularis alfa ve gamma motor nöronların aktivitelerini etkiler (Sayfa 307'ye bkz). B. Formatio reticularis tractus vestibulospinalis işlevinin tersi olan işlevi görmez (Sayfa 307'ye bkz). C. Formatio reticularis esas hareket ettirici kasın kasılması sırasında reziprokal inhibisyon oluşturur. D. Formatio reticularis antigravite (postural) kaslarının tonusunun ayarlanmasında yardımcı olur (Sayfa 307'ye bkz). E. Formatio reticularis refleks aktiviteyi düzenleyebilir (Sayfa 307'ye bkz).
3. Doğru yanıt C'dir. Formatio reticularis tractus reticulobulbaris ve tractus reticulospinalis aracılığıyla sempatik ve parasempatik çıkış merkezlerini denetleyebilir. (Sayfa 307'ye bkz). A. Formatio reticularis ağrı'nın algılanmasını etkiler (Sayfa 307'ye bkz). B. Formatio reticularis supraspinal düzeylere giden tüm yolları etkiler (Sayfa 307'ye bkz). D. Formatio reticularis biyolojik ritmi düzenler (Sayfa 307'ye bkz). E. Formatio reticularis bireyin uyanıklık derecesini etkileyebilir (Sayfa 307'ye bkz).
4. Doğru yanıt E'dir. Anatomik olarak limbik yapılar area subcallosa, gyrus cinguli, gyrus parahippocampalis, formatio hippocampi, corpus amygdaloideum, corpus mammillare ve nuclei anteriores thalami'yi içerir (Şek. 9-3'e bkz).
5. Doğru yanıt B'dir. Hippocampus'un efferent lifleri fornix içerisinden geçer (Sayfa 312'ye bkz). A. Hippocampus'un efferent lifleri korteksindeki büyük piramidal hücrelerden başlar (Sayfa 312'ye bkz). C. Hippocampus'un bazı efferent lifleri corpus mammillare'ye gider (Sayfa 312'ye bkz). D. Fornix içerisindeki lifler foramen interventriculare'nin önünden geçer (Sayfa 312'ye bkz). E. Bazı lifler nuclei anteriores thalami'de sonlanır (Sayfa 312'ye bkz).
6. Doğru yanıt C'dir. Hippocampus yakın hafıza ile ilgilidir (Sayfa 311'e bkz). A. Limbik sistem korku ve kızgınlık reaksiyonları ile ilgilidir (Sayfa 311'e bkz). B. Limbik sistem görsel deneyimlerle ilgili değildir (Sayfa 311'e bkz). D. Limbik sistem koku işlevinde önemli bir rol oynamaz (Sayfa 311' e bkz). E. Limbik sistem endokrin sistemin aktivitesini dolaylı yoldan etkiler (Sayfa 311'e bkz).

Şekil 9-8 ile ilgili yanıtlar:

7. Doğru yanıt B'dir. No 1 Corpus fornicis'tir.
8. Doğru yanıt D'dir. No 2 Gyrus dentatus'tur.
9. Doğru yanıt C'dir. No 3 Gyrus parahippocampalis'tir.
10. Doğru yanıt A'dır. No 4 Uncus'tur.

Ek Okumalar

Aggleton, J. P. (ed.). *The Amygdala: Neurobiological Aspects of Emotion, Memory, and Mental Dysfunction*. New York: Wiley-Liss, 1993.

Goldman-Rakic, P. S. Working memory and the mind. *Sci. Am.* 267:110, 1992.

Guyton, A. C., and Hall, J. E. *Textbook of Medical Physiology* (11th ed.). Philadelphia: Elsevier Saunders, 2006.

Jasper, H. H., Descarries, L., Castelluci, V. F., and Rossignol, S. (eds.). *Consciousness: At the Frontiers of Neuroscience*. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1998.

Kiernan, J. A. *The Human Nervous System* (7th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 1998.

Klemm, W. R. Ascending and descending excitatory influences in the brain stem reticulum: A re-examination. *Brain Res.* 36:444, 1972.

Mega, M. S., Cummings, J. L., Salloway, S., and Malloy, P. The limbic system: An anatomic, phylogenetic, and clinical perspective. *J. Neuropsychiatry Clin. Neurosci.* 9:315, 1997.

Rowland, L. P. *Merritt's Textbook of Neurology*. Baltimore: Williams & Wilkins, 1995.

Ryan, P. M. Epidemiology, etiology, diagnosis and treatment of schizophrenia. *Am. J. Hosp. Pharm.* 48:1271, 1991.

Seeman, P., Guan, H. C., and Van Tol, H. H. M. Dopamine D4 receptors elevated in schizophrenia. *Nature* 365:441–445, 1993.

Standring, S. (ed.). *Gray's Anatomy* (39th Br. ed.). London: Elsevier Churchill Livingstone, 2005.

Steriade, M. Arousal: Revisiting the reticular activating system. *Science* 272:225, 1996.

BÖLÜM 10

Çeviri: Dr. Zeki Yıldız
Dr. Turan Peştemalcı
Dr. Behice Durgun

BAZAL ÇEKİRDEKLER (NUCLEI BASALES, BAZAL GANGLİONLAR) VE BAĞLANTILARI

Sol elinde hafif bir titremenin olduğunu fark eden 58 yaşındaki adam, bir nörologa görünür. Parmakların hepsini kapsayan tremor (titreme), dinlenme sırasında oluşmakta fakat istemli hareketlerde durmaktadır.

Muayene edildiğinde, hastanın tüm hareketlerini yavaş yaptığı ve yüz ifadesinin çok azaldığı hatta maske yüz gibi olduğu görülmektedir. Nörolog, hastanın kollarını pasif olarak hareket ettirdiğinde, kasların tonusunda artış olduğunu ve hareketlere karşı hafif bir spazmodik direnç oluştuğunu tespit etmiştir. Ayakta dik durması istendiği zaman, hasta ancak kamburumsu bir pozisyonda dik durabilmekte ve yürümesi istendiğinde ise ayak uçlarını yere sürterek yürümektedir.

Nörolog, bazal ganglionların yapısı, işlevi ve bunların mezensefalondaki substantia nigra ile olan bağlantıları bilgisine dayanarak Parkinson hastalığı tanısını koyar. Eldeki tremoru büyük ölçüde geçirecek uygun ilaç tedavisi nörolog tarafından reçete edilir.

BÖLÜMÜN HEDEFİ

- Bazal çekirdekleri, bağlantılarını, işlevlerini ve sinir sisteminin bu alanını sıklıkla tutan hastalıklar ile ilişkilerini tanımlamaktır.

Bazal çekirdekler, istemli hareket ve postürün düzenlenmesinde önemli rol oynarlar. Motor kontrol ile ilgili sinir sisteminin diğer birçok bölümünden farklı olarak, bazal çekirdekler, medulla spinalis ile direkt giriş-çıkış bağlantılarına sahip değildir.

Terminoloji

Bazal çekirdekler (bazal ganglionlar) terimi herbir serebral hemisfer içerisinde yer alan gri cevher toplulukları için kullanılır. Bunlar corpus striatum, corpus amygdaloideum ve claustrum'dur.

Klinisyenler ve sinirbilimciler bazal çekirdekleri tanımlamak için farklı terminoloji kullanırlar. Yaygın olarak kullanılan terminoloji özeti Tablo 10-1'de gösterilmiştir. Nucleus subthalamicus, substantia nigra ve nucleus ruber, fonksiyonel olarak bazal çekirdeklerle çok yakın bağlantılı olmalarına karşın bu grup içinde kabul edilmezler.

Bazal çekirdeklerin bağlantıları çok komplikedir. Bunu dikkate alarak burada yalnızca çok önemli yollardan söz edilecektir. Bazal çekirdekler istemli hareket ve postürün düzenlenmesinde önemli bir rol oynarlar.

Corpus Striatum

Corpus striatum (Şekil 10-1; bkz Atlas, Resim 5), thalamus'un lateralinde yerleşmiş ve **capsula interna** denilen sinir lifleri şeridi ile hemen hemen tamamı nucleus caudatus ve nucleus lentiformis olarak ikiye ayrılır . *Striatum* terimi, nucleus caudatus ile nucleus lentiformis'in putamen'i arasındaki bağlantıyı sağlayan ve capsula interna içinden geçen gri cevher lifleri tarafından oluşturulan çizgili görüntüsü nedeniyle kullanılmaktadır (aşağıya bakınız).

Tablo 10-1 Bazal Çekirdekleri Tanımlamak İçin Yaygın Olarak Kullanılan Terminoloji

Nörolojik Yapı	Bazal Çekirdek(ler)[a]
Nucleus caudatus	Nucleus caudatus
Nucleus lentiformis	Globus pallidus + Putamen
Claustrum	Claustrum
Corpus striatum	Nucleus caudatus + Nucleus lentiformis
Neostriatum (Striatum)	Nucleus caudatus + Putamen
Corpus amygdaloideum	Nuclei amygdaloidei

[a]*Bazal* terimi, önbeyin tabanındaki çekirdeklerin yerleşimini göstermek için eskiden beri kullanılmaktadır.

Nucleus Caudatus

Nucleus caudatus, ventriculus lateralis'e yakın komşuluk yapan, büyük "C" harfi şeklinde bir gri cevher kitlesidir ve thalamus'un lateralinde uzanır (Şekil 10-1). Çekirdeğin dışyan yüzü, kendisini nucleus lentiformis'ten ayıran capsula interna ile komşudur (Şekil 10-2; bkz Atlas, Resim 5). Tanımlama amacıyla caput, corpus ve cauda bölümlerine ayrılır.

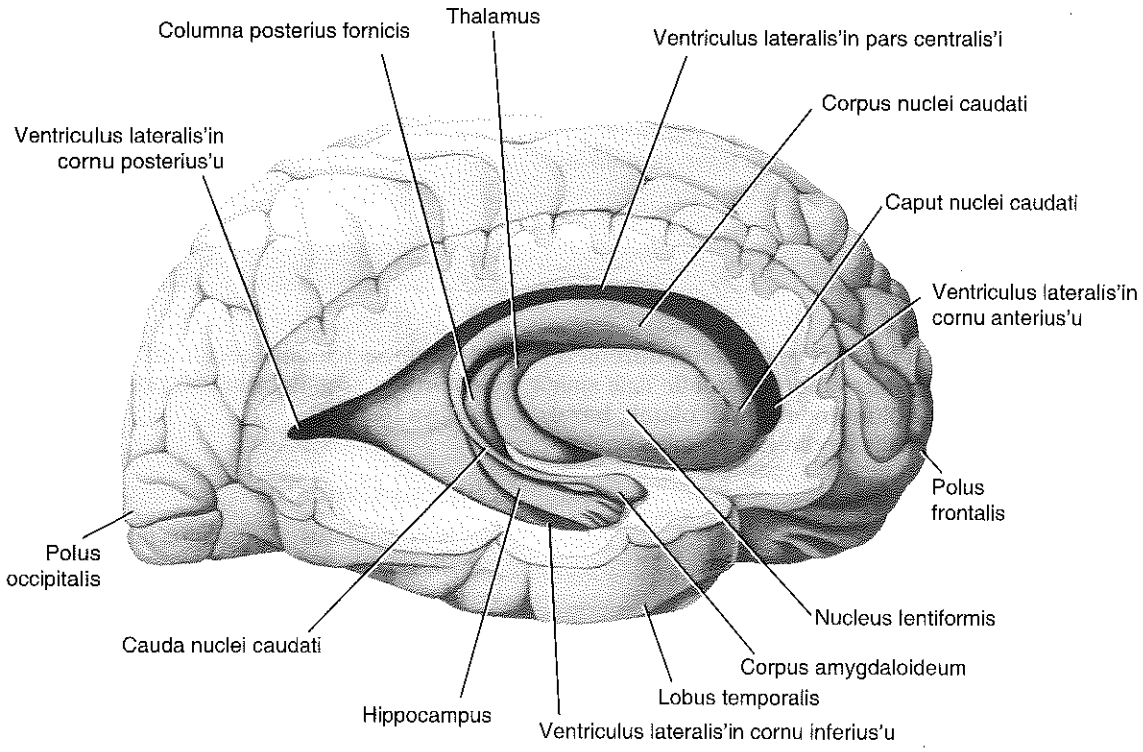
Caput nuclei caudati, büyük ve yuvarlak olup, ventriculus lateralis'in cornu anterius'unun lateral duvarını oluşturur (Şekil 10-2;). Caput nuclei caudati aşağıya doğru nucleus lentiformis'in putamen kısmı ile devam eder (Nucleus caudatus ve putamen ikilisi, bazen **neostriatum** veya **striatum** olarak da adlandırılır). Bu birleşme noktasının tam üzerinde gri cevher lifçikleri, çizgili bir görünüm oluşturarak capsula interna'nın içerisinden geçer. Bu nedenle **corpus striatum** terimi kullanılır.

Corpus nuclei caudati , dar ve uzun olup, foramen interventriculare bölgesinde caput ile devam eder. Corpus nuclei caudati, ventriculus lateralis'in pars centralis'inin döşemesinin bir bölümünü oluşturur.

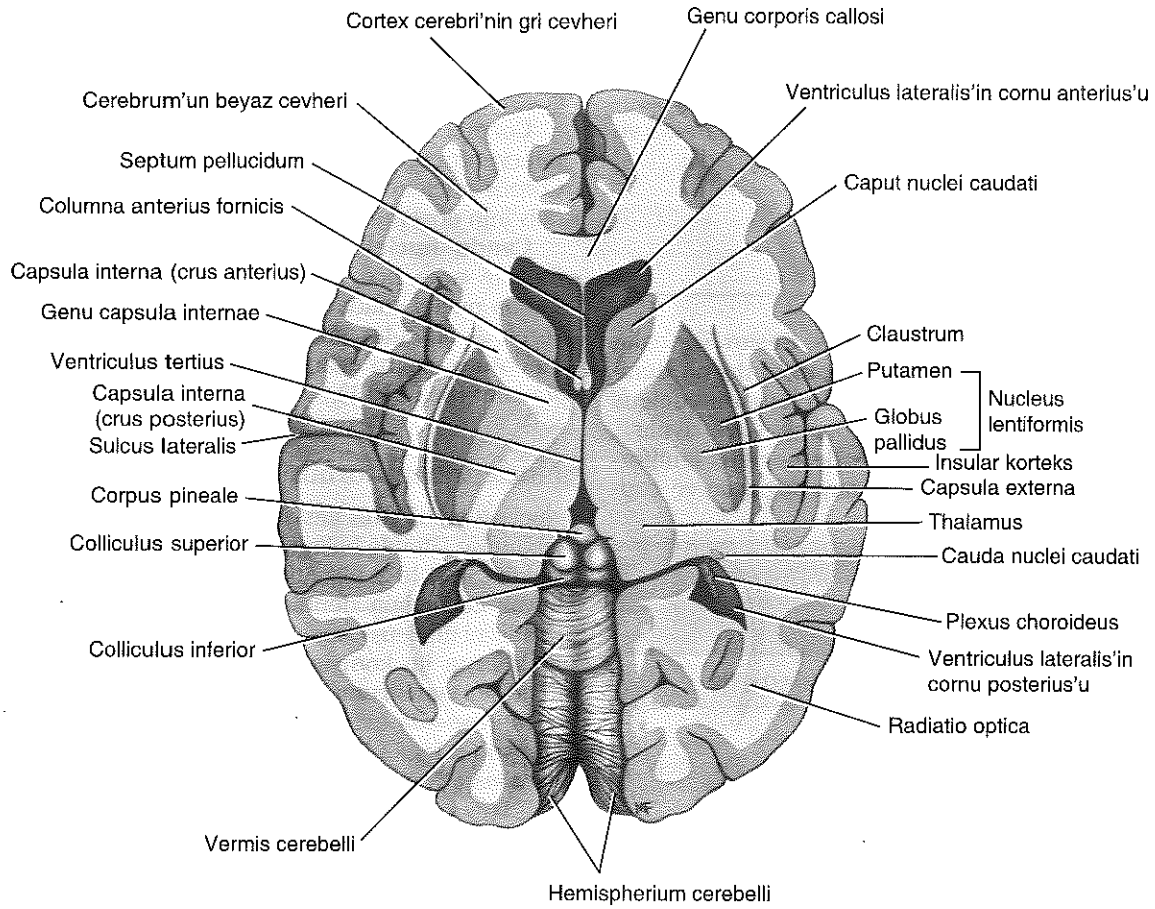
Cauda nuclei caudati, ince ve uzun olup, thalamus'un arka ucu bölgesinde corpus ile devam eder. Cauda nuclei caudati, ventriculus lateralis kıvrımını izleyerek, ventriculus lateralis'in cornu inferius'unun tavanında öne doğru uzanır ve **corpus amygdaloideum**'da sonlanır (Şekil 10-1).

Nucleus Lentiformis

Nucleus lentiformis keskin kenarı mediale, geniş konveks tabanı ise laterale bakan kama şeklinde bir gri cevher kitlesidir (Şekil 10-2; bkz Atlas, Resim 5). Serebral hemisferin beyaz cevherinin derininde gömülmüş olup, medialde, kendisini nucleus caudatus ve thalamus'tan ayıran **capsula interna** ile komşudur. Nucleus lentiformis lateralde, kendisini **claustrum** denilen ince bir gri cevher şeridinden ayıran **capsula externa** (ince bir beyaz cevher şeridi) ile komşudur (Şekil 10-2). Claustrum, sırasıyla capsula externa'yı insula'nın subkortikal beyaz cevher dokusundan ayırır. Dikey bir beyaz cevher laminası, nucleus lentiformis'i daha büyük ve koyu renkli olan bir dış parça **(putamen)** ile daha açık renkli olan bir iç parça **(globus palllidus)**'ya ayırır (Şekil 10-2). Globus pallidus'un açık renkli olması, yüksek miktarda miyelinize sinir liflerinin varlığına bağlıdır. Putamen, ön ucunun alt kısmında nucleus caudatus'un caput'u ile devam eder (Şekil 10-1).



Şekil 10-1 Bazal ganglionların yerleşimini göstermek üzere disseke edilmiş sağ beyin hemisferinin dış yüzden görünüşü.



Şekil 10-2 Bazal çekirdeklerin komşuluklarını göstermek üzere yapılmış beyin horizontal kesitinin üstten görünüşü.

Corpus Amygdaloideum (Amigdaloid Çekirdekler)

Corpus amygdaloideum, lobus temporalis'te uncus'a yakın olarak yerleşmiştir (Şekil 10-1). Corpus amygdaloideum, limbik sistemin bir parçası olarak kabul edilir ve Bölüm 16'da anlatılmıştır. Bağlantıları aracılığı ile corpus amygdaloideum, çevresel değişikliklere karşı vücudun yanıt vermesini etkilemektedir. Örneğin korktuğumuz zaman, kalp atım hızı, kan basıncı, derinin rengi ve solunum sayısı corpus amygdaloideum yolu ile değişmektedir.

Substantia Nigra ve Nuclei Subthalamici

Mesencephalon'daki substantia nigra ile diencephalon'daki nuclei subthalamici, fonksiyonel olarak bazal çekirdeklerin aktiviteleri ile çok yakın ilişki içindedir ve başka bölümlerde de anlatılmıştır (Bkz. Sayfa 212 ve 253). Substantia nigra'nın nöronları dopaminerjik özellikte olup, inhibitör etki yaparlar ve corpus striatum ile birçok bağlantılara sahiptir. Nuclei subthalamici'nin nöronları glutaminerjik özellikte olup, eksitatör etki yaparlar ve aynı zamanda globus pallidus ve substantia nigra ile birçok bağlantılara sahiptir.

Claustrum

Claustrum, capsula externa aracılığıyla nucleus lentiformis'in dış yüzünden ayrılmış olan ince bir gri cevher şeridir (Şekil 10-2). Claustrum'un lateralinde, insula'nın subkortikal beyaz cevheri bulunur. Claustrum'un işlevi bilinmemektedir.

Corpus Striatum ve Globus Pallidus'un Bağlantıları

Nucleus caudatus ve putamen, bazal çekirdeklere bilgi girişini alan temel yapıları oluşturur. Globus pallidus, bazal çekirdeklerden bilgi çıkışını sağlayan temel yapıyı oluşturur.

Bu yapılar, medulla spinalis'den direkt olarak bilgi giriş-çıkışını almamaktadırlar.

Corpus Striatum'un Bağlantıları

Afferent Lifler

Kortikostriatal Lifler

Serebral korteksin tüm bölümleri nucleus caudatus ve putamen'e aksonlar gönderir (Şekil 10-3). Serebral korteksin her bölümü nucleus caudatus-putamen kompleksi (neostriatum=striatum)'nin özgün bir kısmına sinir lifi gönderir (yani topografik organizasyon gösterir). Bu liflerin çoğunluğu korteksin aynı tarafından gelir. Bilgi girişini sağlayan liflerin büyük çoğunluğu sensorial-motor korteksten gelir. Glutamat, kortikostriatal liflerin nörotransmitteridir (Şekil 10-4).

Talamostriatal Lifler

Thalamus'un intralaminar çekirdekleri, nucleus caudatus ve putamen'e çok sayıda aksonlar gönderir (Şekil 10-3).

Nigrostriatal Lifler

Substantia nigra'daki nöronlar, aksonlarını nucleus caudatus ve putamen'e gönderir (Şekil 10-3 ve 10-4) ve uçlarından nörotransmitter olarak dopamin salgılamaktadır. Bu liflerin işlevsel açıdan inhibitör olduklarına inanılır.

Beyin Sapı-Striatum Bağlantıları

Beyin sapından yükselen lifler, nucleus caudatus ve putamen'de sonlanır (Şekil 10-3 ve 10-4) ve nörotransmitter olarak uçlarından serotonin salgılarlar. Bu liflerin işlevsel açıdan inhibitör oldukları düşünülmektedir.

Efferent Lifler

Striatopallidal Lifler

Bu lifler, nucleus caudatus ve putamen'den globus pallidus'a giderler (Şekil 10-3). Nörotransmitterleri, gamma-aminobütirik asit (GABA) ve asetilkolin'dir (Şekil 10-4).

Striatonigral Lifler

Nucleus caudatus ve putamen'den substantia nigra'ya giden liflerdir (Şekil 10-3). Bu liflerin bir kısmı nörotransmitter olarak GABA veya asetilkolin'i, bazıları da substance-P (P maddesi)'yi kullanırlar (Şekil 10-4).

Globus Pallidus'un Bağlantıları

Afferent Lifler

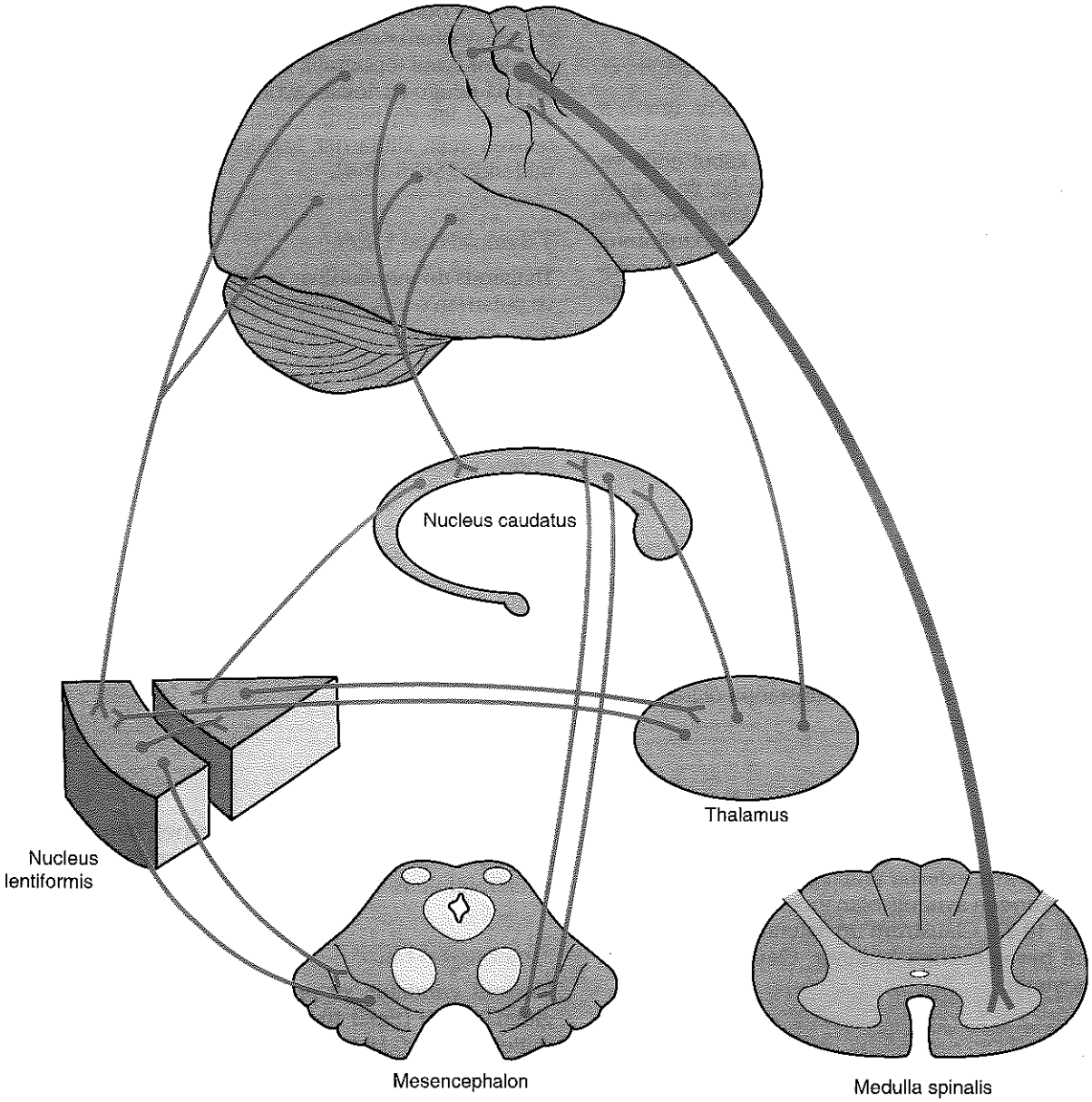
Striatopallidal Lifler

Bu lifler nucleus caudatus ve putamen'den globus pallidus'a giderler. Daha önce söz edildiği gibi, bu liflerde nörotransmitter olarak GABA bulunmaktadır (Şekil 10-4).

Efferent Lifler

Pallidofugal Lifler

Karmaşık yapıya sahip olan bu lifler şu şekilde gruplandırılabilir: (1) Thalamus'un çekirdeklerine giden **ansa lenticularis**, (2) Subthalamus'a giden **fasciculus lenti-**



Şekil 10-3 Cortex cerebri, nuclei basales, nuclei thalamici, truncus encephali ve medulla spinalis arasındaki bazı temel bağlantılar.

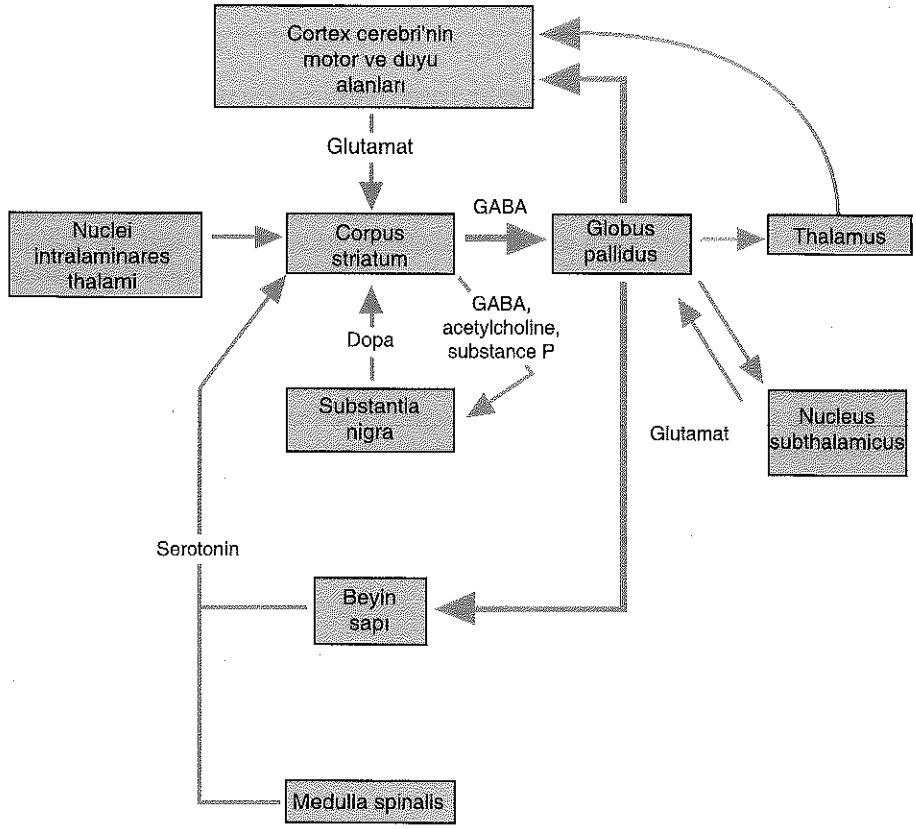
cularis, (3) Mezensefalon tegmentum'unun caudal kısmında sonlanan **pallidotegmental** lifler, (4) Nuclei subthalamici'ye giden **pallidosubtalamik lifler**.

Bazal Çekirdeklerin İşlevleri

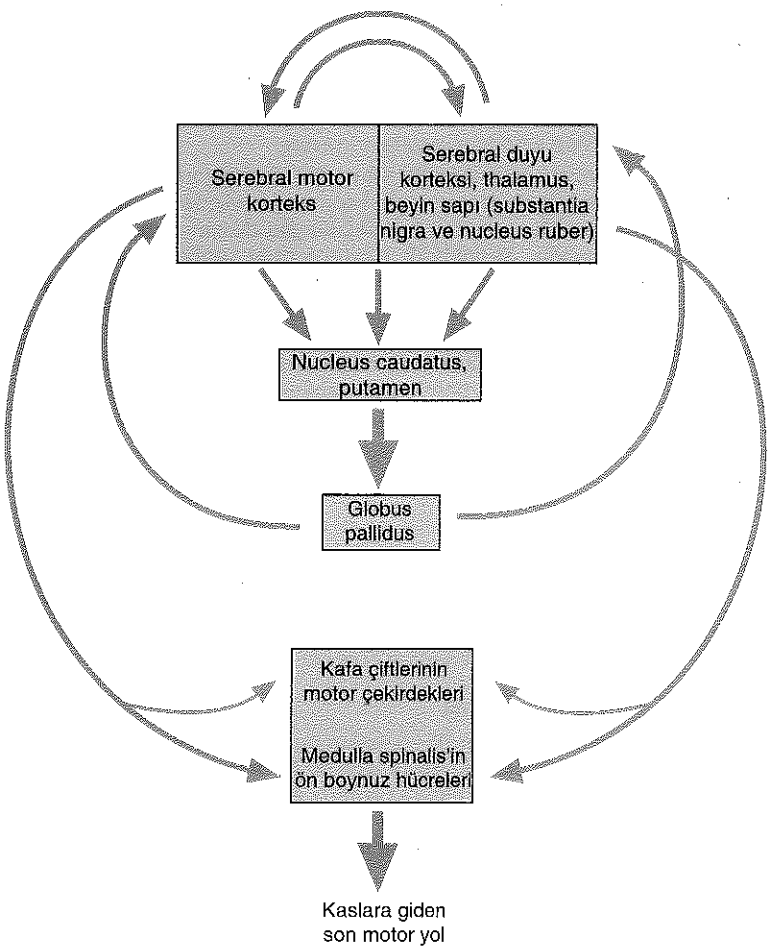
Bazal çekirdekler (Şekil 10-5) birbirleriyle bağlantılı olup, çok sayıda nöron aracılığıyla sinir sisteminin birçok bölümüyle bağlantı kurarlar.

Corpus striatum esas olarak, cortex cerebri'nin birçok bölümü, talamus ve subthalamus ile substantia nigra'yı içeren beyin sapından afferent bilgiler alır. Bu bilgiler corpus striatum içinde tümleştirilir (entegre edilir) ve bilgi çıkışları yukarda sayılan alanlara geri gider. Bu döngüsel yolun aşağıdaki diagramdaki gibi işlev gördüğü sanılmaktadır.

Bazal çekirdeklerin aktivitesi, premotor korteks ve motor kortekse ilave alanlar, primer duysal korteks, thalamus ve beyin sapından gelen bilgilerle başlatılır. Bazal çekirdeklerden bilgi çıkışı, daha sonra cortex cerebri'nin motor alanları veya beyin sapındaki diğer motor merkezlerin aktivitelerini etkileyen globus pallidus'a doğru yön-



Şekil 10-4 Bilinen nörotransmitter maddeler ile birlikte bazal çekirdeklerin bağlantı yollarının şematik gösterimi.



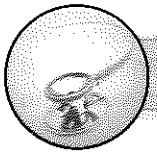
Şekil 10-5 Bazal ganglionların ana işlevsel bağlantılarını ve bu bağlantıların kas aktivitesini nasıl etkilediğini gösteren şematik çizim.

lenir. Böylece bazal çekirdekler, beyin sapı ve medulla spinalis'e doğrudan inen yollarla değil, serebral korteksi etkileyerek (indirekt yollarla) kas hareketlerini kontrol ederler. Bu yollar dahilinde bazal çekirdekler, istemli hareketlerin düzenlenmesine ve beceri isteyen motor hareketlerin öğrenilmesine yardım eder.

Alfabe harflerini yazma, grafik çizme, futbol oynama, konuşurken veya şarkı söylerken ses tellerini kullanma ve bir nesneye bakarken göz kaslarını kullanma gibi hareketler; bazal çekirdeklerin, beceri isteyen kortikal motor hareketlerini etkilediğine dair birkaç örnektir.

Primer motor serebral korteks hasarı, bireyin vücudunun karşı tarafındaki el ve ayaklarının farklı ince hareketleri yapmasını engeller (Bkz. Sayfa 167 ve 296). Ancak, birey hala karşı taraf ekstremitelerinde büyük kaba hareketleri yapmaya yeteneklidir. Eğer daha sonra corpus striatum hasarı oluşursa, vücudun karşı tarafındaki ekstremitelerin geri kalan hareketlerinde de paralizi ortaya çıkar.

Bazal çekirdekler, ekstremitelerin yukarıda söylenen özel (beceri isteyen) hareketleri yapmayı etkilemekle kalmaz, bu hareketlerin hazırlanması için de yardım eder. Bu durum, ekstremitelerin proksimal parçalarının pozisyonunu ve vücudun aksial veya kavşak hareketlerini kontrol ederek başarılabilir. Distal ekstremite kaslarında aktif hareketler oluşmadan önce, globus pallidus'un belirli nöronlarında aktivasyon artar. Serebral korteksin primer motor bölümü el ve ayaklardaki bu ince-becerili (farklı) hareketleri aktive etmeden önce, yukarıda belirtilen bu önemli fonksiyonel hazırlık (globus pallidus'daki nöron aktivasyonu) gövde ve ekstremitelerin uygun pozisyonlarda yer almasını sağlamaktadır.



Klinik Bilgiler

Bazal çekirdeklerin hastalıkları esas olarak iki tiptir: Chorea, athetosis ve ballismus'da görüldüğü gibi aşırı ve anormal hareketlerin var olduğu grup olan **hiperkinetik hastalıklar.** Zayıf veya yavaş hareketlerin var olduğu grubu içeren **hipokinetik hastalıklar.** Parkinson hastalığı her iki tip motor bozukluğu da içerir.

Chorea

Bu hastalıkta, hasta istemsiz, hızlı, silkinir tarzda ve tekrarlanmayan düzensiz hareketler yapar. Çabuk ve kısa süreli yüz buruşturma (sırıtma) ile baş veya ekstremitelerin ani ve sarsıntılı (spazmodik) hareketleri buna iyi örneklerdir.

Huntington Hastalığı (Huntington's chorea)

Huntington hastalığı, sıklıkla yetişkin dönemde başlayan otozomal dominant kalıtsal bir hastalıktır. Ölüm, hastalığın başlangıcından 15-20 yıl kadar sonra meydana gelir. Hastalık, 4.kromozom üzerindeki tek bir genin defekti ile izlenebilir. Bu gen, **huntingtin** adındaki işlevi tam olarak bilinmeyen bir protein ile şifrelenir. Glutamin ile kaplanan codon (CAG) normalden birkaç kez daha fazla tekrarlanır. Hastalık, kadın ve erkekleri eşit oranda etkiler ve ne yazık ki kendi çocuklarında daha sonra sıklıkla açığa çıkar.

Hastalarda aşağıda yazılı karakteristik belirtiler ve semptomlar bulunur :

1. **Koreiform hareketler** ilk önce ekstremitelerin istemsiz hareketleri ve yüz buruşturma şeklinde ortaya çıkar. Daha sonra hastayı hareketsiz kılacak ve konuşma veya yutmayı zorlaştıracak şekilde daha fazla kas grubu tutulur.
2. Hafıza ve entellektüel kapasite kaybı ile birlikte **progressiv** (ilerleyici) **demans** oluşur.

Bu hastalıkta, striatonigral inhibitör yolun GABA, P maddesi ve asetilkolin salgılayan nöronlarında dejenerasyon vardır. Bu durum, substantia nigra'nın dopamin salgılayan nöronlarının aşırı aktivite göstermesine ve böylece nigrostriatal yolun nucleus caudatus ve putamen'i inhibe etmesine yol açar (Şekil 10-6). Bu inhibisyon, bu hastalıkta görülen anormal hareketlere neden olur. Bilgisayarlı tomografi görüntüleri, nucleus caudatus'un dejenerasyonuna bağlı olarak ventriculus lateralis'in genişlediğini gösterir. Huntington chorea'nın tıbbi tedavisi hala yüz güldürmemektedir.

Sydenham hastalığı (Sydenham's chorea)

Sydenham hastalığı (St. Vitus dansı), ekstremiteler, yüz ve gövdede hızlı, düzensiz ve istemsiz hareketlerin var olduğu bir çocukluk dönemi hastalığıdır. Bu durum romatoid ateş ile ilgilidir. Streptokok bakterilerinin antijenleri, striatal nöronların membranlarında bulunan proteinlere yapısal olarak benzemektedir. Hastanın antikorları yalnızca bakteriyel antijenlere değil, bazal çekirdeklerin nöronlarının membranlarına da hücum ederek bağlanır. Bu durum neyse ki geçici olan ve tamamen iyileşebilen koreiform hareketlerin ortaya çıkmasıyla sonuçlanır.

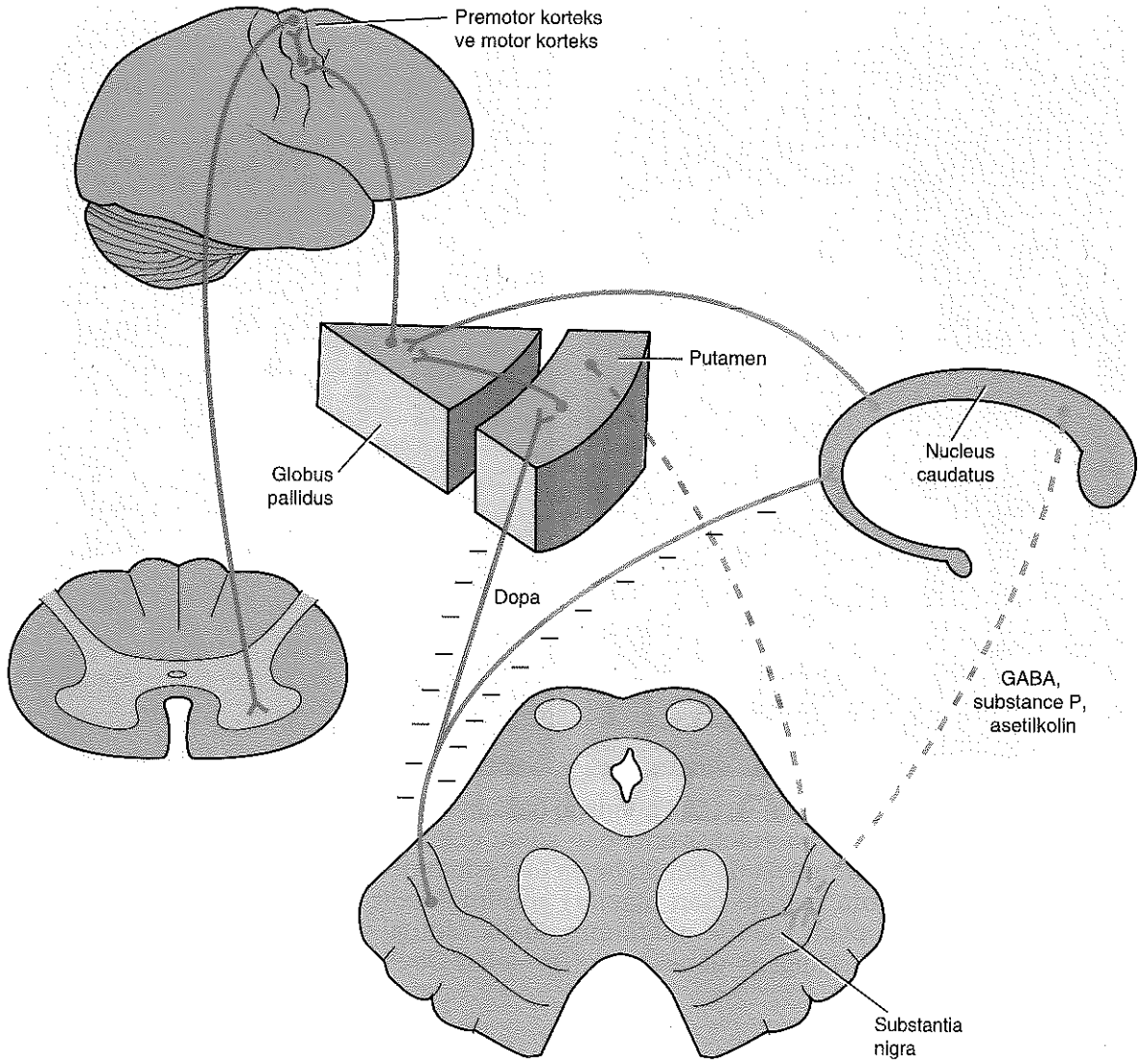
Hemiballismus

Hemiballismus, vücudun bir yarısında oluşan istemsiz hareketlerdir. Genellikle ekstremitenin proksimal kaslarını tutar ve ekstremite aniden kontrolsüz olarak tüm yönlerde yelken gibi açılır. Genellikle küçük bir inme şeklinde olan lezyon, karşı taraftaki nucleus subthalamicus ve bağlantılarında oluşur. Nucleus subthalamicus içerisinde vücudun farklı kısımlarının normal hareketleri entegre edilir.

Parkinson Hastalığı

Parkinson hastalığı, 45-55 yaşları arasında başlayan ve nedeni tam olarak bilinmeyen progressiv bir hastalıktır. Bu hastalık, **substantia nigra**, daha az oranda **globus pallidus, putamen** ve **nucleus caudatus**'daki nöronal dejenerasyon ile ilgilidir. A.B.D.'de yaklaşık 1 milyon insan bu hastalığa yakalanmıştır.

Aksonlarını corpus striatum'a gönderen substantia nigra nöronlarındaki dejenerasyon, corpus striatum içerisine

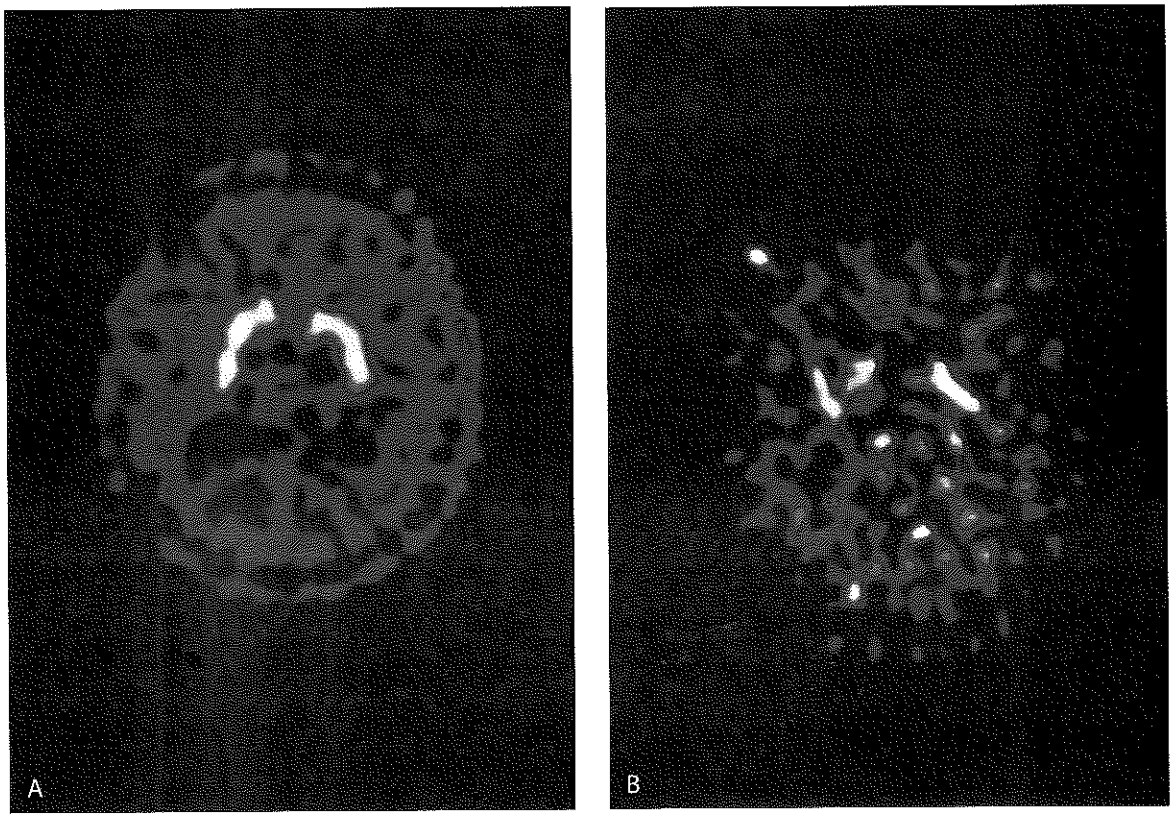


Şekil 10-6 Huntington hastalığında, substantia nigra ile corpus striatum arasındaki inhibitör yolun dejenerasyonunu ve substantia nigra içerisine GABA, substance P ve asetilkolin serbestleşmesinin azalma durumunun önemini gösteren şematik çizim.

dopamin salınımının azalması ile sonuçlanır (Şekil 10-7 ve 10-8). Bu olgu striatum'daki postsinaptik nöronlarda dopamin reseptörlerinin aşırı duyarlılığına yol açar.

Hastalar aşağıdaki tipik belirtileri ve semptomları gösterirler:

1. **Tremor:** Agonist ve antagonistlerin ardışık kasılmaları sonucu oluşur. Tremor yavaş olup ekstremiteler dinlenmede iken daha belirginleşir. Uykuda ise kaybolur.
2. **Rijidite:** Bu rijidite, karşıt kas gruplarının da aynı oranda tutulduğu üst motor nöron lezyonları sonucu oluşan rijiditeden farklıdır. Eğer tremor yoksa, rijidite pasif hareketlere karşı bir direnç şeklinde hissedilir ve bazen **plastik rijidite** adını alır. Tremor varsa kas direnci bir seri seyirme tarzında hareketle son bulur. Buna **dişli çark rijiditesi** denir.
3. **Bradikinezi:** Yeni bir hareketin başlatılması ve sürdürülmesinde güçlükler vardır. Hareketler yavaş, yüz ifadesiz, ses tonu tekdüzedir. Yürürken kollar sallanmaz.
4. **Postural bozukluklar:** Hasta kambur bir şekilde ve kolları fleksiyonda ayakta durur. Kısa adımlarla ayak



Şekil 10-7 **(A)** Normal beyin ve **(B)** Parkinson hastalığının erken dönemindeki bir hastanın beyninin 18-fluoro-6-L-dopa enjeksiyonundan sonra çekilmiş axial (horizontal) PET görüntüsü. Normal beyin görüntüsünde her iki beyin hemisferinde corpus striatum'un her yanına dağılmış çok miktarda madde (sarı alanlar) görülmektedir. Parkinson hastasının beyin görüntüsünde ise toplam madde miktarının düşük olduğu ve corpus striatum içerisine düzensiz bir şekilde dağıldığı görülmektedir. (Dr. Holley Dey'in izniyle).

sürüme tarzında yürür ve genellikle yürümeye başladıktan sonra da duramaz.

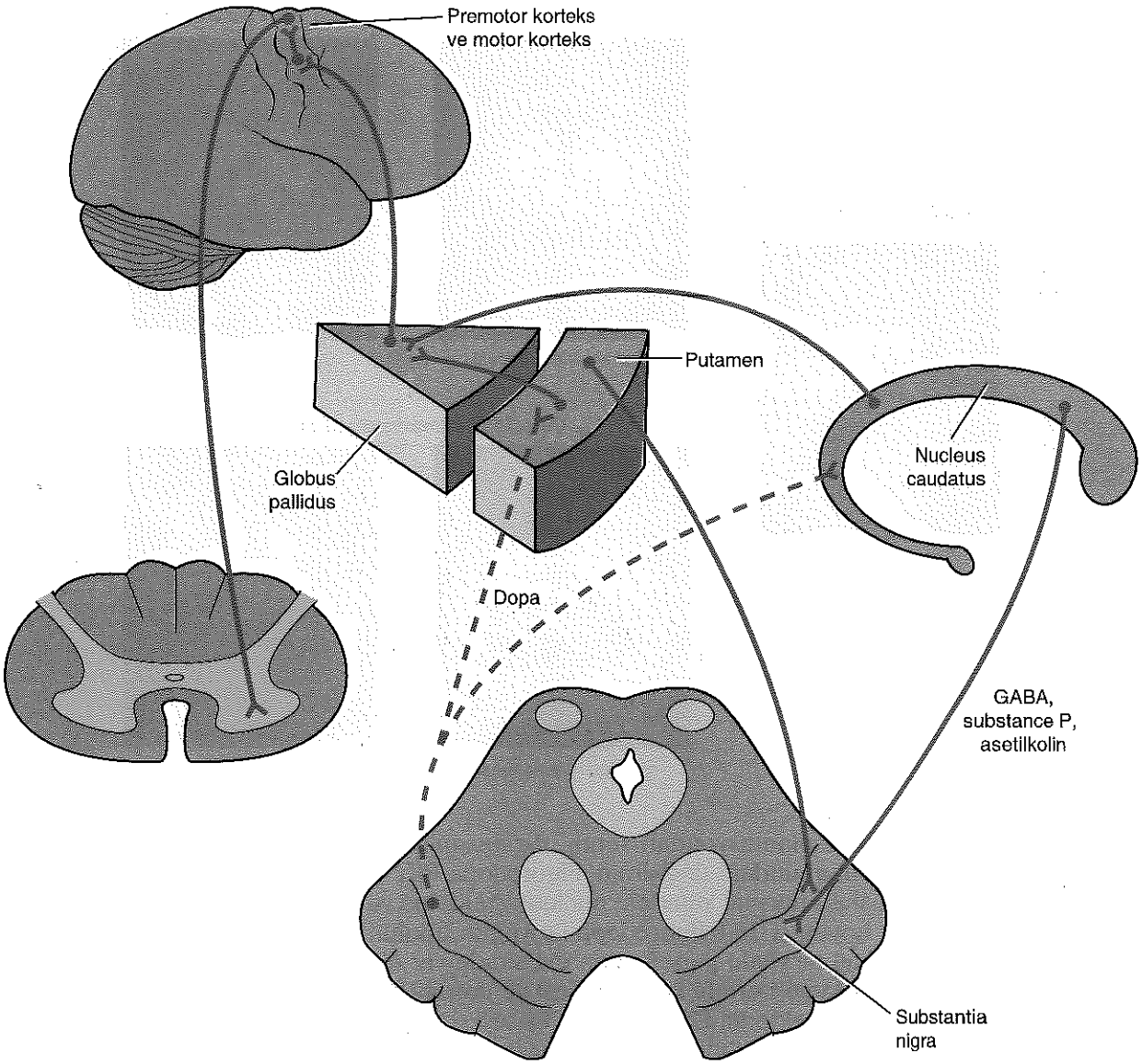
5. Duyu ve kas gücü kaybı yoktur. Tractus corticospinalis sağlam olduğundan yüzeyel karın refleksleri normaldir ve Babinski cevabı yoktur. Derin tendon refleksleri normaldır.

Nedeni bilinen birkaç tip Parkinson hastalığı vardır. **Postensefalitik parkinsonizm**, bazal çekirdeklerde hasar yaratan 1916 – 1917'deki viral ensefalit salgınının arkasından ortaya çıktı. **Iatrojenik parkinsonizm**, antipsikotik ilaçların (örneğin, fenotiazinler) yan etkisi olarak meydana gelebilir. Hatta, meperidin analogları (ilaç bağımlıları tarafından kullanılan), karbon monoksid (CO) ve manganez (Mg) zehirlenmeleri de parkinsonizm semptomları oluşturabilir. **Aterosklerotik parkinsonizm**, yaşlı hipertansif hastalarda meydana gelebilir.

Parkinson hastalığı, beyin dopamin seviyesini yükselterek tedavi edilebilir. Ne yazık ki dopamin kan-beyin bariyerini geçemez, fakat onun hazır prekursoru (öncüsü) olan L-Dopa vardır ve onun yerine kullanılır. L-Dopa, bazal çekirdeklerdeki dopaminerjik nöronlar tarafından alınır ve dopamine çevrilir. Dopamin yıkımında sorumlu ve monoamin oksidaz inhibitörü bir ilaç olan Selegilin bile hastalığın tedavisinde yararlıdır. Selegilin'in, substantia nigra'daki dopa salgılayan nöronlarda dejenerasyonun ilerlemesini yavaşlattığı kanıtlanmıştır.

Nucleus caudatus ve putamen'e, insan embriyosundan dopamin üreten nöronların transplantasyonu ile Parkinson hastalığındaki motor fonksiyonların tedavisi için öncülük ettiği gösterilmiştir (Şekil 10-9). Greftlerin canlı kalabildiği ve sinaptik ilişkilerin oluştuğu kanıtlanmıştır. Ne yazık ki, greft olarak verilen nöronların bir çoğu canlılığını yitirmekte ve bir çok vakada klinik iyileşme, hastanın kendi dopa üreten nöronlarındaki dejenerasyonun devam etmesi nedeniyle etkisiz hale gelmektedir. Suprarenal bezin medullar hücrelerinin ototransplantasyonu dopa üretici hücrelerin bir kaynağı olarak kullanılabilir, fakat gelecek zamanda genetik olarak elde edilen hücreler, diğer bir dopa kaynağı olabilirler.

Parkinson hastalığındaki semptomların büyük kısmı, bazal çekirdeklerden thalamus ve presentral motor kortekse inhibitör bilgi çıkışının artmasına neden olduğundan dolayı, globus pallidus'daki cerrahi lezyonlar (**pallido-**



Şekil 10-8 Parkinson hastalığında, substantia nigra ile corpus striatum arasındaki inhibitör yolun dejenerasyonunu ve striatum içerisine Dopamin nörotransmitterinin salınımının azalma durumunun önemini gösteren şematik çizim.

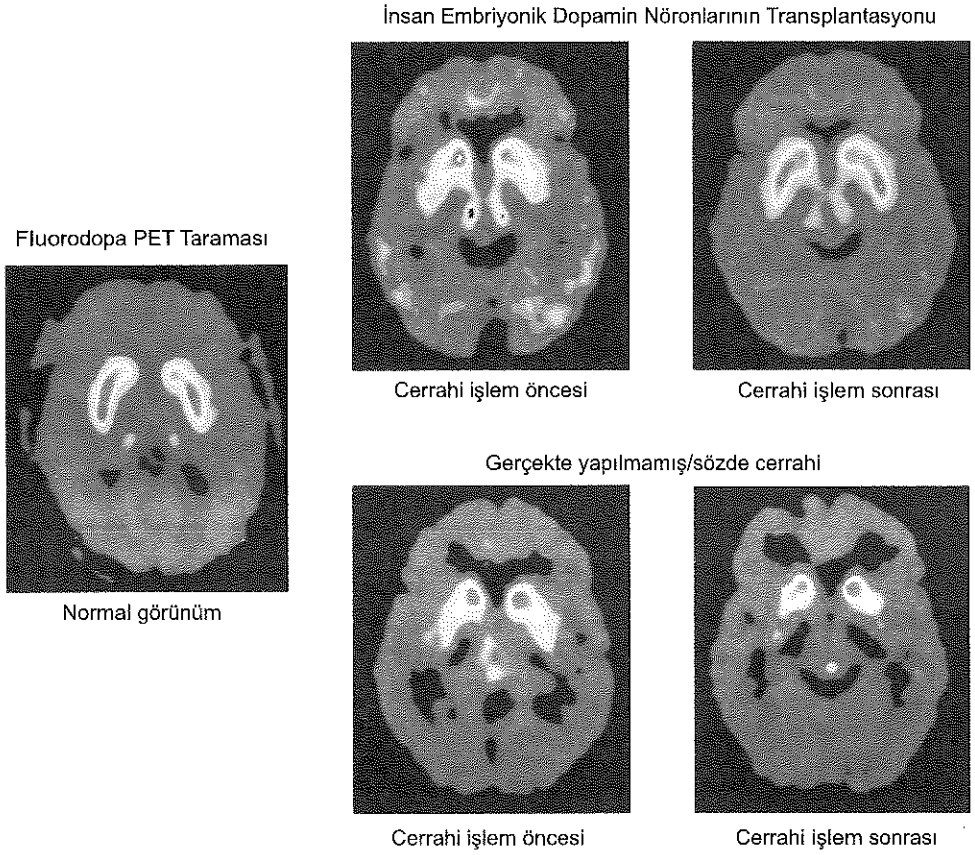
tomi) parkinsonyan belirtilerin hafiflemesinde etkili olacağı gösterilmiştir. Günümüzde, bunun gibi işlemler artık medikal tedaviye yanıt vermeyen hastalara kısıtlı olarak yapılmaktadır.

İlaca Bağlı Oluşan Parkinsonizm

Parkinson hastalığı (primer parkinsonizm), klinik muayenelerde görülen en sık parkinsonizm tipi olmasına rağmen, ilaca bağlı oluşan parkinsonizm de çok yaygın olarak bulunmaktadır. Striatal dopamin reseptörlerini (D2) bloke eden ilaçlar (örneğin, fenotiazinler ve butirofenonlar), sıklıkla psikotik davranışlar için verilmektedir. Diğer ilaçlar (örneğin, tetrabenazinler), striatal dopaminleri tüketebilirler. Etken ilaç kesildikten hemen sonra, ilaca bağlı oluşan parkinsonizm kaybolur.

Athetosis

Çoğunlukla ekstremitelerin distal segmentlerinde ortaya çıkan yavaş, ardışık ve solucanımsı hareketlerdir. Globus pallidus'un dejenerasyonu, bazal çekirdekler ile serebral korteks arasında yer alan devrenin bozulmasıyla oluşur.



Şekil 10-9 Transplantasyondan sonra, Parkinsonlu hastaların beyinlerinde 18-F-fluorodopa tutulumundaki değişimin, Fluorodopa PET taramaları ile gösterimi. En soldaki tek panel, normal yapıdaki nucleus caudatus ve putamen'in, aksial (horizontal) kesit boyunca 18-F-fluorodopa ile yoğun tutulumunu göstermektedir (kırmızı renkli). Sağ taraftaki panellerden üst sırada yer alanlar, transplantasyon grubundaki bir hastanın cerrahi işlem öncesi ve cerrahi işlemden 12 ay sonrasındaki taramaları göstermektedir. Cerrahi işlem öncesi, 18-F-fluorodopa tutulumu nucleus caudatus bölgesinde kısıtlıdır. Transplantasyon sonrası, çift taraflı olarak putamende 18-F-fluorodopa tutulumu artmıştır. Sağ taraftaki alt paneller, Gerçekte yapılmamış/kontrol grubunda yer alan bir hastanın 18-F-fluorodopa taramalarını göstermektedir. Cerrahi işlem sonrası 18-F-fluorodopa tutulumunda değişiklik bulunmamaktadır (Dr. Curt R. Freed ve ark. N. Engl. J. Med. 344:710,2001 izniyle).

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ

1. 10 yaşında bir kız çocuğu gittikçe artan istemsiz hareketler nedeniyle nörolog tarafından muayene edilir. Başlangıçta, ailesi hareketlerin yorgunluğa bağlı olduğunu düşünür; fakat daha sonra anormal yüz buruşturma, kol ve bacaklarda silkinir tarzda hareketler oluşmaya başlar. Bu dönemde çocuk, kollarına normal hareketleri zorlukla yaptırmakta ve yürümesi gittikçe güçleşmektedir. Anormal hareketlerin üst ekstremitede ve vücudun sağ yarısında abartılı bir şekilde arttığı görülmektedir. Hareketler çocuk kızdığında artmakta fakat uyuduğunda tamamen kaybolmaktadır. Çocuk yakın dönemde romatoid ateş tedavisi görmüştü. Bu bulgular ve serebral hemisferlerdeki bazal ganglionlar arasında herhangi bir bağlantı varmıdır?
2. 40 yaşında bir erkek üst ve alt ekstremitesini tutan silkinir tarzda, istemsiz ve hızlı hareketlerden şikayetle doktoruna görünür. Bu durum yaklaşık altı ay önce başlamış ve gittikçe kötüleşmiştir. Hasta, sağlığı konusunda çok endişeli olduğunu, çünkü babasında da 20 yıl önce benzer belirtilerin geliştiğini ve bir akıl hastanesinde öldüğünü söylemiştir. Eşi de doktora hastanın aşırı depresyon dönemleri geçirdiğini, kızgınlık ve durgunluk davranışlarının peryodik olduğunu fark ettiğini söylemiştir. Doktor, Huntington hastalığı tanısını koymuştur. Nöroanatomi bilginizi kullanarak bu hastalığın bazal çekirdeklerle ilgisini açıklayınız?
3. 61 yaşında bir erkeğin gövde ve sağ kolunda ani düzensiz hareketler ortaya çıkmıştır. Sağ kol, hareket alanı içindeki eşyaları devirerek aniden, şiddetli ve amaçsız olarak sallanmaktadır. Hastanın serebral hemoraji sonrası gelişen sağ taraf hemiplejisi yeni düzelmiştir. Yukardaki klinik bulguları veren hastalığın adı nedir? Bu durum bazal çekirdekleri kapsamaktamıdır?

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMLERİNE YANITLAR VE AÇIKLAMALAR

1. Bu kız çocuğu Sydenham hastalığı'na yakalanmıştır (Bkz. s. 322). Bu durum, olguların çoğunda, 5-15 yaş arasındaki kız çocuklarında ortaya çıkar. Bu hastalık, hızlı, düzensiz ve amacı olmayan istemsiz hareketlerin varlığı ile karakterizedir. Hastalık romatoid ateş ile ilgili olup tamamen düzelebilir. Ayrıntılı bilgi için sayfa 322'e bakınız.
2. Huntington hastalığı genellikle 30-45 yaşları arasında ortaya çıkan ilerleyici, kalıtsal bir hastalıktır. İstemsiz hareketler, genellikle Sydenham hastalığı olan hastalarınkinden daha hızlı ve daha spazmodiktir. İlerleyici mental değişiklikler demans ve ölüme yol açar. GABA, P- maddesi ve asetilkolin salgılayan striatonigral yoldaki nöronlarda ilerleyici dejenerasyon vardır. Bu durum substantia nigra'daki dopamin salgılayan nöronların aşırı aktivite göstermesine ve böylece nigrostriatal yolun nucleus caudatus ve putamen'i inhibe etmesi ile sonuçlanır. Bu inhibisyon, istemsiz hareketlere neden olur. Nucleus caudatus ve putamen'de atrofi oluşur.
3. Bu klinik bulgular hemiballismus olarak tanımlanır. Hastalığın aniden başlaması, genellikle kanama veya tıkanma sonucu gelişen damarsal bozukluk nedeniyledir. Evet, hemiballismus bazal çekirdekler ile ilgilidir. Aksiyal ve proksimal ekstremite kaslarının şiddetli, düzensiz hareketlerine neden olarak karşı taraf nucleus subthalamicus veya onun nöronal bağlantılarının tahribi sonucu oluşan bir hastalıktır.

ÇALIŞMA SORULARI

Açıklama: Bu bölümde, numaralandırılmış ifadelerin her birini hafli yanıtlar izlemektedir. Harfli yanıtlardan DOĞRU olanı seçiniz.

1. Aşağıdaki tanımlamalardan hangisi, bazal çekirdekler (ganglionlar) ile ilgili olarak doğru bir açıklamadır?
   (a) Nucleus caudatus ve nucleus ruber, neostriatum (striatum)'u oluşturur.
   (b) Caput nuclei caudati, putamen'e bağlanır.
   (c) Mezensefalon'un tegmentum'u bazal çekirdeklerin bir parçasıdır.
   (d) Capsula interna, globus pallidus'un lateralinde uzanır.
   (e) Bazal çekirdekler, beyaz cevherden oluşur.
2. Bazal çekirdekler (ganglionlar) ile ilgili olarak, aşağıdaki tanımlamalardan hangisi doğrudur
   (a) Corpus amygdaloideum, nucleus caudatus'a bağlanır.
   (b) Nucleus lentiformis, capsula externa tarafından, tümüyle globus pallidus ve putamen olmak üzere iki kısma ayrılır.

(c) Claustrum, bazal çekirdeklerin bir parçası değildir.
(d) Corpus striatum thalamus'un medialinde yer alır.
(e) Claustrum'un işlevi iyi bilinmektedir.

3. Bazal çekirdekler (ganglionlar) ile ilgili olarak aşağıdaki tanımlamalardan hangisi doğrudur?
(a) Corpus striatum, nucleus caudatus ve nucleus amygdaloideum'dan oluşur.
(b) Caput nuclei caudati, capsula interna'nın lateralinde uzanır.
(c) İnsula, bazal çekirdeklerin bir parçasıdır.
(d) Cauda nuclei caudati, ventriculus lateralis'in tavanında uzanır.
(e) Nucleus subthalamicus işlevsel açıdan bazal çekirdekler ile yakın olarak ilgilidir ve onların bir parçası olarak kabul edilir.

4. Nucleus caudatus ile ilgili tanımlamalardan hangisi doğrudur?
(a) Caput, collum, corpus ve cauda bölümlerine ayrılır.
(b) M-şeklinde bir gri cevher kitlesidir.
(c) Corpus bölümü, ventriculus lateralis'in pars centralis'inin tavanının bir bölümünü oluşturur.
(d) Caput bölümü, ventriculius lateralis'in cornu anterius'unun medialinde uzanır.
(e) Cauda bölümü, ön tarafta corpus amygdaloideum'da sonlanır.

5. Corpus striatum'a gelen afferent kortikostriatal lifler ile ilgili tanımlamalardan hangisi doğrudur?
(a) Cortex cerebri'nin her bir bölümü, corpus striatum'un farklı kısımlarına rastgele uzanır.
(b) Glutamat, bir nörotransmitter değildir.
(c) Cortex cerebri'nin bütün kısımlarından, nucleus caudatus ve putamen'e lifler gelir.
(d) En az bilgi girişi, cortex cerebri'nin sensori-motor kısımlarından gelir.
(e) Projeksiyon liflerinin çoğu, korteks'in karşı tarafından gelir.

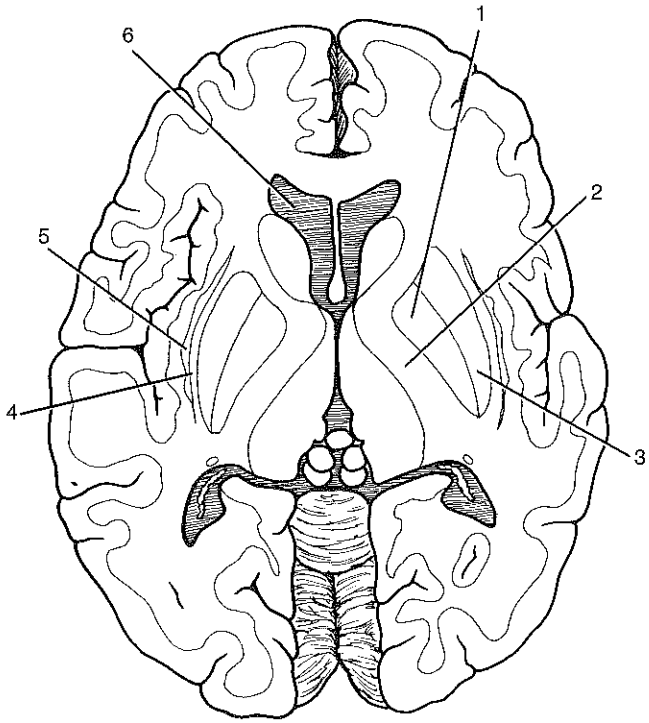
6. Nigrostriatal lifler ile ilgili tanımlamalardan hangisi doğrudur?
(a) Substantia nigra'daki nöronlar aksonlarını putamen'e gönderir.
(b) Asetilkolin, nörotransmitterdir.
(c) Nigrostriatal lifler işlevsel olarak stimülatör etkilidir.
(d) Nucleus caudatus, substantia nigra'dan aksonlar almaz.
(e) Parkinson hastalığı, corpus striatum içine dopamin salınımının artması sonucu oluşur.

7. Corpus striatum'un efferent lifleri ile ilgili tanımlamalardan hangisi doğrudur?
(a) Efferent liflerin bir çoğu, kranial sinirlerin motor çekirdeklerine direkt olarak iner.
(b) Striatopallidal liflerin bazılarında nörotransmitter olarak GABA kullanılır.
(c) Striatonigral lifler, nucleus ruber'den substantia nigra'ya gider.
(d) Efferent liflerin çoğu direkt olarak cerebellum'a gider.
(e) Medulla spinalis'in ön boynuz hücreleri, corpus striatum'un efferent liflerinden direkt olarak etkilenirler.

8. Bazal çekirdekler (ganglionlar)'in işlevi ile ilgili olarak aşağıdaki tanımlamalardan hangisi doğrudur?
(a) Corpus striatum, direkt olarak cortex cerebelli'den alınan bilgileri entegre eder (tümleştirir).
(b) Bazal çekirdeklerden çıkan impulslar, globus pallidus aracılığıyla cortex cerebri'nin duysal alanlarına kanalize olur, böylece kas aktivitesini etkiler.
(c) Globus pallidus, yalnızca vücudun aksiyal kısımlarının hareketlerini etkiler.
(d) Globus pallidus'un aktiviteleri, el ve ayağın ince becerili hareketleriyle ilgili motor korteks aktivitesinden önce başlar.
(e) Bazal çekirdeklerin aktiviteleri, duysal korteks, thalamus ve beyin sapından gelen bilgiler ile suprese edilir (bastırılır).

Eşleştirme Soruları. Açıklama: Aşağıdaki soruları Şekil 10-10'a göre uygulayın. Aşağıda solda yazılmış numaraları, sağ tarafta harfler ile belirtilmiş uygun anatomik yapılar ile eşleştiriniz. Her bir harf şıkkı birden fazla kez seçilebilir ya da hiç seçilmeyebilir.

9. Oluşum	1	(a) Ventriculus lateralis'in cornu anterius'u
10. Oluşum	2	(b) Capsula interna
11. Oluşum	3	(c) Claustrum
12. Oluşum	4	(d) Putamen
13. Oluşum	5	(e) Capsula externa
14. Oluşum	6	(f) Globus pallidus
		(g) Yukardakilerin hiçbiri



Şekil 10-10 Beyinin horizontal kesiti.

ÇALIŞMA SORULARININ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. Yanıt B. Caput nuclei caudati, nuc.lentiformis'in putamen bölümüne bağlanır (Bkz.Şekil 10-1). A. Nucleus caudatus ve putamen, neostriatum'u oluşturur (Bkz. s. 317). C. Mezensefalon'un tegmentum'u bazal çekirdeklerin bir parçası değildir. D. Capsula interna, globus pallidus'un apex'inin medialinde uzanır (Bkz. Şekil 10-2). E. Bazal çekirdekler, gri cevherden oluşur.
2. Yanıt A. Corpus amygdaloideum, nucleus caudatus'a bağlıdır (Bkz. Şekil 10-1). B. Nucleus lentiformis, capsula externa tarafından globus pallidus ve putamen olarak ikiye ayrılmaz (Bkz. Şekil 10-2). C. Claustrum, bazal çekirdeklerin bir parçasıdır (Bkz. s. 319). D. Corpus striatum, thalamus'un lateralinde yer alır (Bkz. Şekil 10-2). E. Claustrum'un işlevi bilinmemektedir.
3. Yanıt D. Cauda nuclei caudati, ventriculus lateralis'in tavanında uzanır (Bkz. Şekil 10-2). A. Corpus striatum, nucleus caudatus ve nucleus lentiformis'den oluşur (Bkz. s. 317). B. Caput nuclei caudati, capsula interna'nın medialinde uzanır (Bkz. Şekil 10-2). C. İnsula, bazal çekirdeklerin bir parçası değildir. E. Nucleus subthalamicus işlevsel açıdan bazal çekirdekler ile yakından ilgilidir, fakat onların bir parçası olarak değerlendirilmez.
4. Yanıt E. Cauda nuclei caudati ön tarafta corpus amygdaloideum'da sonlanır (Bkz. Şekil 10-1). A. Nucleus caudatus; caput, corpus ve cauda bölümlerine ayrılır (Bkz. Şekil 10-1). B. Nucleus caudatus, C-şeklinde bir gri cevher kitlesidir (Bkz. Şekil 10-1). C. Corpus nuclei caudati, ventriculus lateralis'in pars centralis'inin döşemesinin bir bölümünü oluşturur (Bkz. Şekil 10-1). D. Caput nuclei caudati, ventriculius lateralis'in cornu anterius'unun lateralinde uzanır (Bkz. Şekil 10-2).
5. Yanıt C. Cortex cerebri'nin bütün kısımlarından, nucleus caudatus ve putamen'e lifler gelir (Bkz. s. 319). A. Cortex cerebri'nin her bir bölümü, corpus striatum'un spesifik kısımlarına uzanır (Bkz. s. 319). B. Glutamat, corpus striatum'a giden kortikostriatal sinir liflerinin sonlanmalarında bulunan bir nörotransmitter maddedir (Bkz. Şekil 10-4). D. Corpus striatum'un farklı bölümlerine en fazla bilgi girişi, cortex cerebri'nin sensori-motor kısımlarından gelir (Bkz. s. 319). E. Projeksiyon liflerinin çoğu, korteks'in aynı tarafından gelir (Bkz. s. 319).
6. Yanıt A. Substantia nigra'daki nöronlar, aksonlarını putamen'e gönderir (Bkz. Şekil 10-3). B. Dopamin, nigrostriatal sinir liflerinin sonlanmalarında bulunan nörotransmitter maddedir (Bkz. s. 319). C. Nigrostriatal lifler işlevsel olarak inhibitör etkilidir (Bkz. s. 319). D. Nucleus caudatus, substantia nigra'dan aksonlar alır (Bkz. s. 319). E. Parkinson hastalığı, corpus striatum içine dopamin salınımının azalması sonucu oluşur (Bkz. s. 322).
7. Yanıt B. Striatopallidal liflerin bazılarında nörotransmitter olarak GABA kullanılır (Bkz. s. 319). A. Corpus striatum'dan kranial sinirlerin motor çekirdeklerine doğru direkt olarak aşağı inen efferent lifler bulunmaz (Bkz. s. 322). C. Striatonigral lifler, nucleus caudatus'dan substantia nigra'ya gider (Bkz. Şekil 10-3). D. Corpus striatum'dan cerebellum'a doğru direkt olarak giden efferent lifler bulunmaz. E. Medulla spinalis'in ön boynuz hücreleri, corpus striatum'dan gelen efferent liflerden direkt olarak etkilenmezler (Bkz. s. 322).
8. Yanıt D. El ve ayağın ince/becerili hareketleriyle ilgili olarak globus pallidus'un aktiviteleri, motor korteks aktivitesinden önce başlar (Bkz. s. 320). A. Corpus striatum, direkt olarak cortex cerebelli'den alınan bilgileri entegre etmez. B. Bazal çekirdeklerden çıkan impulslar, globus pallidus aracılığıyla cortex cerebri'nin motor alanlarına kanalize olur, böylece kas aktivitesini etkiler. (Bkz. s. 320). C. Globus pallidus, tüm vücud hareketlerini etkiler. E. Bazal çekirdeklerin aktiviteleri, duysal korteks, thalamus ve beyin sapından gelen bilgiler ile başlatılır (Bkz. s. 320).

Beyinin horizontal kesitini gösteren Şekil 10-10'un yanıtları aşağıdaki şekildedir:

9. Yanıt F. Oluşum 1, Globus pallidus.
10. Yanıt F. Oluşum 2, Capsula interna.
11. Yanıt D. Oluşum 3, Putamen.
12. Yanıt E. Oluşum 4, Capsule externa.
13. Yanıt C. Oluşum 5, Claustrum.
14. Yanıt A. Oluşum 6, ventriculus lateralis'in cornu anterius'udur.

Ek Okumalar

Albin, R. L., Young, A. B., and Penney, J. B. The functional anatomy of disorders of the basal ganglia. *Trends Neurosci.* 200:63, 1995.

Aron, A. M., Freeman, J. M., and Carter, S. The natural history of Sydenham's chorea. *Am. J. Med.* 38:83, 1965.

Brooks, D. J. The role of the basal ganglia in motor control: Contributions from PET. *J. Neurosci.* 128:1–13, 1995.

Craig, C. R., and Stitzel, R. E. *Modern Pharmacology* (4th ed.). Boston: Little, Brown, 1994.

Dunnett, S. B., and Bjorklund, A. Prospects for new restorative and neuroprotective treatments in Parkinson disease. *Nature* 399(Suppl): A32–A39, 1999.

Elble, R. J. Origins of tremor. *Lancet* 355:1113, 2000.

Freed, C. R., Greene, P. E., Breeze, R. E., Tsai, W. Y., DuMouchel, W., Kao, R., et al. Transplantation of embryonic dopamine neurons for severe Parkinson's disease. *N. Engl. J. Med.* 344:710, 2001.

Guyton, A. C., and Hall, J. E. *Textbook of Medical Physiology* (11th ed.). Philadelphia: Elsevier, Saunders, 2006.

Kordower, J. H., Freeman, T. B., Snow, B. J., Vingerhoets, F. J. G., Mufson, E. J., Sanberg, P. R., et al. Neuropathological evidence of

graft survival and striatal reinnervation after the transplantation of fetal mesencephalic tissue in a patient with Parkinson's disease. *N. Engl. J. Med.* 332:1118–1124, 1995.

Nestler, E. J., Hyman, S. E., and Malenka, R. C. *Molecular Neuropharmacology: A Foundation for Clinical Neuroscience.* New York: McGraw-Hill, 2001.

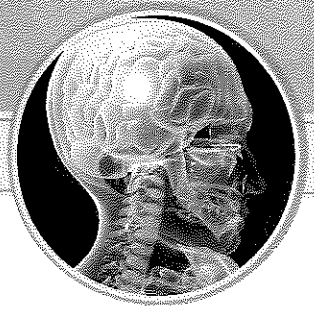
Obeso, J. A, Rodriguez-Oroz, M., Marin, C., Alonso, F., Zamarbide, I., Lanciego, J. L., et al. The origin of motor fluctuations in Parkinson's disease: Importance of dopaminergic innervation and basal ganglia circuits. *Neurology* 62(1 Suppl), 2004.

Olanow, C. W. The scientific basis for the current treatment of Parkinson's disease. *Annu. Rev. Med.* 55:41, 2004

Onn, S. P., West, A. R., and Grace, A. A. Dopamine-mediated regulation of striatal neuronal and network interactions. *Trends Neurosci.* 23(Suppl):S48–S56, 2000.

Westmoreland, B. F., Benarroch, E. E., Daube, J. R., Reagan, T. J., and Sandok, B. A. *Medical Neurosciences* Boston: Little, Brown, 1994.

BÖLÜM 11



Çeviri: Dr. Hasan Basri TURGUT
Dr. Tuncay PEKER
Dr. Can PELİN

KRANİAL SİNİR ÇEKİRDEKLERİ, MERKEZİ BAĞLANTILARI VE DAĞILIMLARI

Kırkdokuz yaşındaki bir erkek hasta, bir sabah uyandığında yüzünün sağ yarısına felç geldiğini fark eder. Aile hekimi tarafından yapılan muayenesinde yüzünün sağ tarafında tam felç ve aynı zamanda ciddi hipertansiyonu olduğu görülür. Hasta hafifçe peltek bir şekilde konuşmaktadır. Hekim, hastaya bulguların hafif bir inmeye bağlı olduğunu söyleyerek onu hastaneye sevk eder.

Daha sonra hastayı muayene eden nörolog, aile hekiminin tanısına katılmaz. Aile hekimi yüz felci, peltek konuşma ve yüksek tansiyonu göz önünde bulundurarak ve herhangi bir başka bulgunun olmamasına dayanarak hatalı olarak beyin kanaması tanısı koymuştur. Tractus corticonuclearis'in tek taraflı lezyonları yalnızca yüzün karşı yarısının alt tarafında yer alan kaslarda paraliziye neden olur. Bu hastada yüzün sağ yarısında tam bir felç gözlenmekteydi. Bu tarz bulguya ise yalnızca alt motor lezyonlarında rastlanabilir. Doğru tanı, nervus facialis çevresindeki bağ doku inflamasyonuna bağlı olarak sağ nervus facialis işlevlerinin geçici olarak yerine getirilememesiyle kendini gösteren bir hastalık olan "Bell paralizisi" idi. Bu olgu bir hekimin tanıya varabilmek için bir kranial sinirin merkezi bağlantılarını bilmesinin ne denli önemli olduğunu gösteren güzel bir örnektir.

BÖLÜMÜN HEDEFİ

- Kranial sinirlerin motor ve duyu çekirdekleri ile bunların lokalizasyonları ve merkezi bağlantılarına ilişkin temel bilgileri öğrenmektir.

Kranial sinirler, sıklıkla travmalar veya hastalıklar sonucu zedelenirler. İşlevsel bütünlüklerinin kontrolü, her fizik muayenenin bir bölümünü oluşturur.

Oniki Kranial Sinir

Beyinden çıkarak, kafatasında bulunan deliklerden ve yarıklardan geçen 12 çift kranial sinir vardır. Toraks ve abdomen'de yer alan yapıları innerve eden onuncu kranial sinir hariç, diğer bütün kranial sinirler baş ve boyunda dağılır. Kranial sinirler aşağıdaki gibi isimlendirilir.

1. N. olfactorius
2. N. opticus
3. N. oculomotorius
4. N. trochlearis
5. N. trigeminus
6. N. abducens
7. N. facialis
8. N. vestibulocochlearis
9. N. glossopharyngeus
10. N. vagus
11. N. accessorius
12. N. hypoglossus

Atlasın 1, 6 ve 8. şekillerine bakınız.

Kranial Sinirlerin Organizasyonu

Nervus olfactorius, nervus opticus ve nervus vestibulocochlearis tamamen duyusal liflerden oluşan sinirlerdir. Nervus oculomotorius, nervus trochlearis, nervus abducens, nervus accessorius ve nervus hypoglossus tamamen motor liflerden oluşur. Nervus trigeminus, nervus facialis, nervus glossopharyngeus ve nervus vagus hem motor hemde duyusal liflerden oluşan sinirlerdir. Her kranial sinirin içerdiği lif türü ve işlevi harf sembolleri ile Tablo 11-1'de gösterilmiştir. Kranial sinirlerin beyinde motor ve/veya duyusal çekirdekleri bulunur. Bu sinirlerin beyinden başlayıp, kafadan geçerek effektör veya duyu organlarına ulaşan periferik sinir lifleri vardır.

Kranial sinirlerin cavitas cranii'den çıktıkları açıklıklar, işlevleri ve farklı lif türleri Tablo 11-2'de özetlenmiştir.

Kranial Sinirlerin Motor Çekirdekleri

Somatomotor ve Brankiomotor Çekirdekler

Kranial sinirlerin somatomotor ve brankiomotor sinir lifleri, beyinde yer alan sinir hücrelerinin aksonlarıdır. Bu sinir hücre grupları, motor çekirdekleri oluşturur ve çizgili kası innerve eder. Her sinir hücresi ve uzantıları, bir **alt motor nöron** olarak adlandırılır. Bir alt motor nöron, medulla spinalis'in columna anterior'unda yer alan motor nöronlar ile eşdeğerdir.

Kranial sinirlerin motor çekirdekleri, cortex cerebri'den impulsları tractus corticonuclearis (tractus cortico-bulbaris) yoluyla alır. Bu lifler, gyrus precentralis'in (4. alan) alt bölümünde bulunan piramidal hücreler ve gyrus postcentralis'in komşu bölümünden köken alır. Tractus corticonuclearis, **corona radiata** ve **capsula interna**'nın **genu** isimli bölümünden aşağı doğru iner. Tractus corticonuclearis, basis pedunculi'de tractus corticospinalis'in hemen medial tarafında olmak üzere, mesencephalon'dan geçer ve kranial sinir çekirdekleri içinde bulunan alt motor nöronlar ile direkt veya **ara nöronlar** yolu ile indirekt olarak sinaps yaparlar. Tractus corticonuclearis'i oluşturan lifler, inen yolun **birinci nöronunu**, ara nöronlar **ikinci nöronu** ve alt motor nöron **üçüncü nöronu** oluşturur.

Tractus corticonuclearis liflerinin büyük bölümü, motor kranial sinirlerin çekirdeklerine gelmeden önce orta düzlemde çapraz yapar. Yüzün alt bölümündeki kasları innerve eden nervus facialis'in motor çekirdeğinin alt yarımı ve musculus genioglossus'u innerve eden nervus hypoglossus'un motor çekirdeğinin bir parçası hariç, bütün kranial motor çekirdeklerin, cortex cerebri ile bilateral bağlantısı vardır.

Genel Visseral Motor Çekirdekler

Genel visseral motor çekirdekler, otonom sinir sisteminin parasempatik parçasının kranial bölümünü oluşturur. Bunlar nervus oculomotorius'un nuc. oculomotorius accessorius (**Edinger-Westphal çekirdeği**), nervus facialis'in **nucleus salivatorius superior** ve **nucleus lacrimalis**'i, nervus glossopharyngeus'un **nucleus salivatorius inferior**'u ve nervus vagus'un **nucleus dorsalis nervi vagi**'dir. Bu çekirdekler, hypothalamus'tan inen yolları kapsayan bir çok afferent lif alır.

Kranial Sinirlerin Duyusal Çekirdekleri

Duyusal çekirdekler, somatik ve visseral afferent çekirdekleri kapsar. Kranial sinirlerin duyusal veya afferent parçaları burun, göz veya kulak gibi duyu organlarında

Tablo 11-1 Her bir kranial sinirin lif türü ve işlevini belirtmek için kullanılan harf sembolleri

Lif türü	İşlev	Harf Sembolleri
Afferent lifler	**Duyu**	
Genel somatik afferent	Genel duyu	GSA
Özel (spesifik) somatik afferent	İşitme, denge, görme	SSA (ÖSA)
Genel visseral afferent	İç organlar	GVA
Özel (spesifik) visseral afferent	Koku, tat	SVA (ÖVA)
Efferent lifler		
Genel somatik afferent	Somatik çizgili kaslar	GSE
Genel visseral efferent	Bezler ve düzkaslar (parasempatik innervasyon)	GVE
Özel (spesifik) visseral efferent	Brankial arkus orijinli çizgili kaslar	SVE (ÖVE)

Tablo 11-2 Kranial Sinirler

No	İsim	Lif Türü[a]	İşlev	Kafatasındaki Çıkış Yeri
I	N. olfactorius	Duyusal (ÖVA)	Koku	Lamina cribrosa üzerindeki delikler
II	N. opticus	Duyusal (ÖSA)	Görme	Canalis opticus
III	N. oculomotorius	Motor (GSE, GVE)	Göz kapağını yukarıya kaldırır, göz küresini yukarıya, aşağıya ve mediale döndürür; pupilla'yı daraltır; göze akkomodasyon yaptırır	Fissura orbitalis superior
IV	N. trochlearis	Motor (GSE)	Göz küresinin aşağı ve dışa dönmesine yardım eder	Fissura orbitalis superior
V	N. trigeminus[b]			
	N. ophthalmicus	Duyusal (GSA)	Kornea, alın derisi, kafa derisi, göz kapakları ve burun; cavitas nasi ve paranasal sinüslerin mukozasından duyu alır	Fissura orbitalis superior
	N. maxillaris	Duyusal (GSA)	Maxilla üzerindeki yüz derisi; üst çene dişleri; damak. sinus maxillaris ve burun müköz membranından duyuyu alır	Foramen rotundum
	N. mandibularis	Motor (ÖVA)	Çiğneme kasları, m. mylohyoideus, m. digastricus venter anterior, m. tensor veli palatini, m. tensor tympani	Foramen ovale
		Duyusal (GSA)	Yanak derisi, başın yan tarafı ve mandibula üzerindeki deri, art. temporomandibularis ve alt çene dişleri; dilin ön kısmı ve ağzın müköz membranından duyuyu alır	
VI	N. abducens	Motor (GSE)	M. rectus lateralis'i innerve ederek gözü laterale döndürür	Fissura orbitalis superior

(Devamı diğer sayfada)

Tablo 11-2 Kranial Sinirler *(Devamı)*

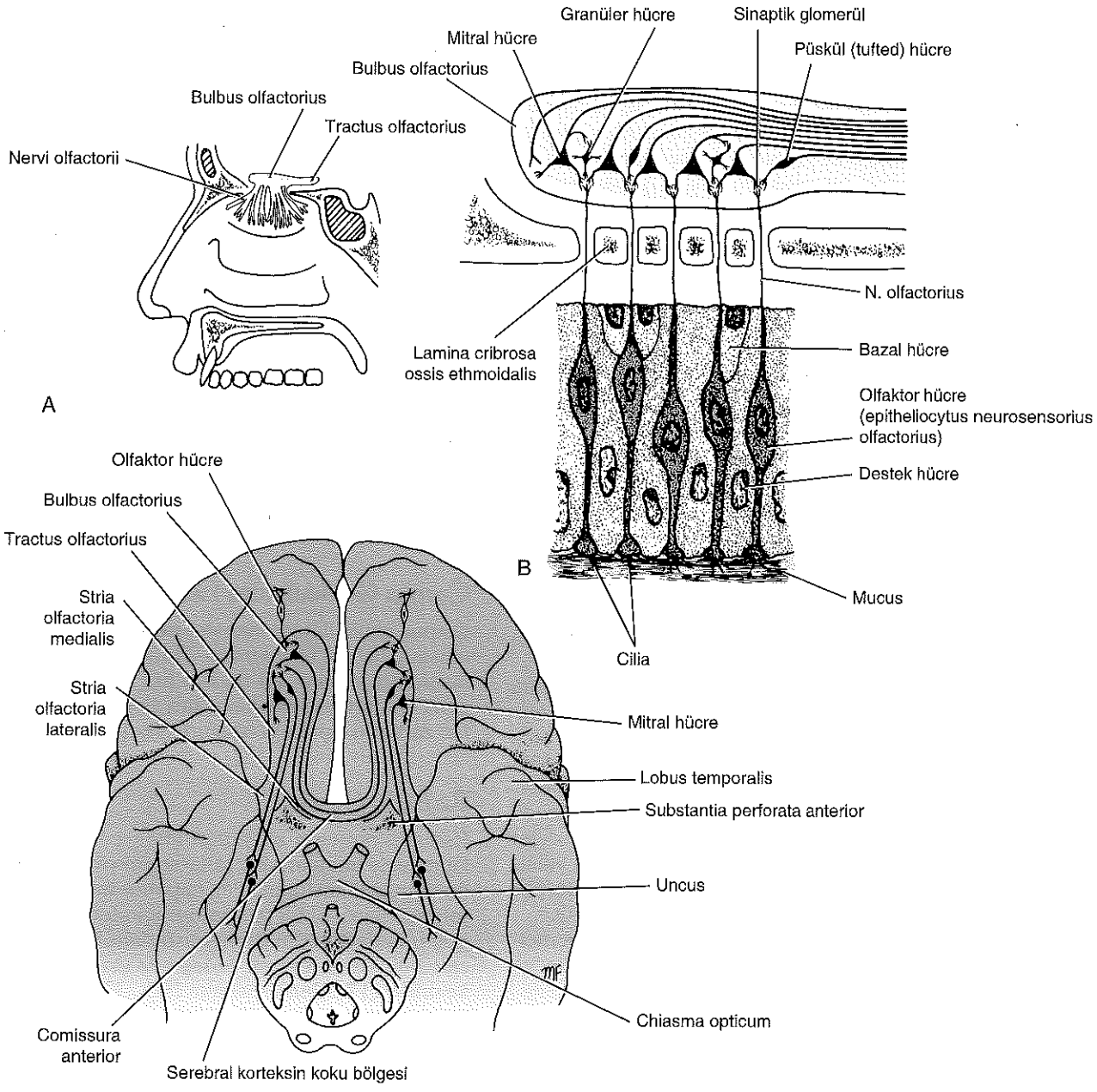
No Yeri	İsim	Lif Türü[a]	İşlev	Kafatasındaki Çıkış
VII	N. facialis	Motor (ÖVE)	Yüz ve kafa derisinin kasları, m. stapedius, m. stylohyoideus ve m. digastricus venter posterior'u innerve eder	Meatus acusticus internus, canalis facialis ve foramen stylomastoideum
		Duyusal (ÖVA)	Dilin 2/3 ön kısmından tat duyusu, damak ve ağız tabanından genel duyu alır	
		Sekretomotor (GVE) parasempatik	Gl. submandibularis ve gl. sublingualis, gl. lacrimalis, gll. nasales, gll. palatinae	
VIII	N. vestibulocochlearis			
	N. vestibularis	Duyusal (ÖSA)	Başın pozisyonu ve hareketleri ile ilgili olarak utriculus, sacculus ve canales semicirculares'ten duyuları taşır	Meatus acusticus internus
	N. cochlearis	Duyusal (ÖSA)	Korti organından işitme impulsları taşır	
IX	N. glossopharyngeus	Motor (ÖVE)	M. stylopharyngeus'u innerve eder, yutmaya yardımcı olur	Foramen jugulare
		Sekretomotor (GVE) parasempatik	Gl. parotidea'ya parasempatik lifler taşır	
		Duyusal (GVA, ÖVA, GSA)	Farinks ve dilin 1/3 arka kısmından genel duyu ve tat duyusu taşır; sinus caroticus (baroreseptör) ve glomus caroticus (kemoreseptör)'tan duyuları taşır	
X	N. vagus	Motor (GVE, SVE) Duyusal (GVA, ÖVA, GSA)	Kalp ve toraks'ta bulunan büyük damarları, larynx, trachea, bronchus'lar, akciğerler; sindirim kanalının farinks ile fleksura koli sinistra arasında kalan parçası, karaciğer, böbrekler ve pankreas'ı innerve eder.	Foramen jugulare
XI	N. accessorius			
	Radix cranialis	Motor (ÖVA)	N. vagus'un içinde seyrederek m. tensor veli palatini hariç yumuşak damak kaslarını, m. stylopharyngeus hariç farinks kaslarını, m. cricothyroideus hariç larinks kaslarını innerve eder.	Foramen jugulare
	Radix spinalis	Motor (ÖVA)	M. sternocleidomastoideus ve m. trapezius'u innerve eder	
XII	N. hypoglossus	Motor (GSE)	Musculus palatoglossus hariç dilin şekli ve hareketlerinden sorumlu olan dil kaslarını innerve eder	Canalis nervi hypoglossi

[a]Harf sembolleri Tablo 11-1'de açıklanmıştır.

yer alan veya beynin dışında ve spinal sinirlerin arka kök ganglionuna eşdeğer ganglionlarda bulunan sinir hücrelerinin aksonlarıdır. Bu hücreler ve uzantıları **birinci nöronu** oluşturur. Bu hücrelerin santral uzantıları beyne girerek, duyusal çekirdekleri (nuclei terminationis) oluşturan hücreler ile sinaps yaparlar. Bu hücreler ve uzantıları **ikinci nöronu** oluşturur. Bu çekirdekleri oluşturan hücrelerin aksonları orta çizgide çapraz yaparak, thalamus'ta sinaps yaptığı gibi diğer duyusal çekirdeklere doğru yükselir. Bu çekirdeklerin hücreleri, **üçüncü nöronu** oluşturur ve aksonları cortex cerebri'de sonlanır.

Nervi Olfactorii (I. Kranial Sinir)

Nervi olfactorii, cavitas nasi'nin üst bölümünde, concha nasalis superior'un üst tarafındaki müköz membran içinde yer alan reseptör sinir hücrelerinden başlar (Şek. 11-1). **Koku ile ilgili reseptör hücreleri** (olfaktor hücreler) destek hücrelerinin arasında yer alır. Her reseptör hücre küçük bir bipolar sinir hücresinden oluşur. Bipolar sinir hücresinin müköz membran yüzeyine doğru uzanan



Şekil 11-1 **A:** Burun boşluğunun dışyan duvarında koku sinirlerinin dağılımı. **B:** Olfaktor hücreler ile bulbus olfactorius'un nöronları arasındaki bağlantılar. **C:** Olfaktor sistemin diğer bölümleri ve olfaktor hücreler arasındaki bağlantılar.

kalın bir periferik uzantısı ve ince bir santral uzantısı vardır. Kalın olan periferik uzantının ucunda kısa cilia'lar yer alır. **Koku cilia**'ları müköz membranın üzerini döşeyen mukus içine doğru uzanırlar. Bu cilia'lar, hava içinde bulunan kokular ile reaksiyona girerek, nervi olfactorii'yi uyarır.

İnce santral uzantılar **nervus olfactorius liflerini** oluşturur (Şek. 11-1). Bu sinir liflerinin oluşturduğu demetler etmoid kemiğin lamina kribrosası üzerinde bulunan deliklerden geçerek bulbus olfactorius'a girerler. Nervi olfactorii lifleri myelinsiz olup, Schwann hücreleri ile sarılıdır.

Bulbus Olfactorius

Bu oval yapı, çok değişik tipte sinir hücresi bulundurur. Bu sinir hücrelerinin büyük bir bölümünü **mitral hücreler** oluşturur (Şek. 11-1). Nervi olfactorii'nin lifleri, mitral hücrelerin dendritleri ile sinaps yaparak, **sinaptik glomerulus** olarak bilinen yuvarlak alanları oluştururlar. Küçük sinir hücreleri olan **püskül hücreleri** ve **granüler hücreler** de, mitral hücreler ile sinaps yapar. Bulbus olfactorius aynı zamanda tractus olfactorius yoluyla karşı bulbus olfactorius'tan kontralateral aksonlar alır.

Tractus Olfactorius

Bu dar beyaz madde bandı, beynin frontal lobunun alt yüzünün altında olmak üzere, bulbus olfactorius'un arka ucundan başlar (Şek. 11-1). Tractus olfactorius bulbus olfactorius'ta yer alan mitral ve püskül hücrelerinin santral aksonları ile, karşı tarafın bulbus olfactorius'undan gelen bazı sentrifugal liflerden oluşur.

Tractus olfactorius **substantia perforata anterior**'a ulaşınca, **stria olfactoria medialis** ve **stria olfactoria lateralis** olarak ikiye ayrılır. Stria olfactoria lateralis, nöronların aksonlarını **korteks serebri**'nin **koku alanı** olan, **area periamygdaloideus** ve **area prepiriformis**'e taşır (Şek. 11-1). Stria olfactoria medialis, comissura anterior'da ve orta düzlemde çaprazlaşan lifleri karşı tarafın bulbus olfactorius'una taşır.

Korteks serebrinin area periamygdaloideus ve area prepiriformis isimli bölümleri, **primer koku merkezi** olarak bilinir. Primer koku merkezinden çok sayıda lif alan gyrus parahippocampalis'in **area entorrhinalis (28. alan)'i sekonder koku merkezi** olarak adlandırılır. Cortex cerebri'nin bu alanları koku duyularının değerlendirilmesinden sorumludur (Şek. 11-1). Koku yolu diğer bütün duyu yolları ile karşılaştırıldığında, bu yolun yalnız iki nörondan oluştuğu ve thalamus'un çekirdekleri ile sinaps yapmadan, korteks serebri'ye ulaştığı görülür.

Primer koku merkezleri beyinde bulunan bir çok merkeze sinir lifleri göndererek, koku duyularına verilecek emosyonel ve otonomik yanıtları sağlar.

Nervus Opticus (II. Kranial Sinir)

Nervus Opticus'un Orijini

Nervus opticus'un lifleri, retina'nın **str. ganglionicum**'unda bulunan hücrelerin aksonlarıdır. **Discus nervi optici**'de toplanan lifler, disk merkezinin 3 veya 4 mm nasal tarafında, nervus opticus olarak gözü terk eder (Şek. 11-2). Nervus opticus'u oluşturan lifler miyelinlidir. Ancak bu miyelin kılıflar Schwann hücreleri yerine oligodendrositler tarafından oluşturulmaktadır. Dolayısıyla nervus opticus santral sinir sisteminde yer alan bir traktus gibi kabul edilir.

Nervus opticus, canalis opticus'tan geçerek cavitas orbitalis'i terk eder ve karşı tarafın nervus opticus'u ile birleşerek **chiasma opticum**'u oluşturur.

Chiasma Opticum

Chiasma opticum, üçüncü ventrikülün döşemesi ile ön duvarının birleşme yerinde bulunur. Ön-dış köşeleri nervus opticus'lar ile, arka-dış köşeleri tractus opticus'lar ile devam eder (Şek. 11-2). Chiasma opticum içinde her retinanın nasal (medial) yarımından gelen lifler **macula**[1]'nın nasal yarımını ihtiva eder. Bu lifler orta çizgide çapraz yaparak karşı tarafın tractus opticus'una katılır. Her retina'nın temporal (lateral) yarımından gelen lifler, **macula**'nın temporal yarımını ihtiva eder; aynı tarafın tractus opticus'u içinde arkaya doğru ilerler.

Tractus Opticus

Tractus opticus (Şek. 11-2) chiasma opticum'dan çıkar ve pedunculus cerebri'yi dolanarak arka dışa doğru ilerler. Liflerin büyük bölümü thalamus'un arka parçasının bir çıkıntısı olan **corpus geniculatum laterale**'de yer alan sinir hücreleri ile sinaps yapar. Işık refleksleri ile ilgili bir kısım lif, mesencephalon'a ait **nucleus pretectalis** ve **colliculus superior**'a gider (Şek. 11-3).

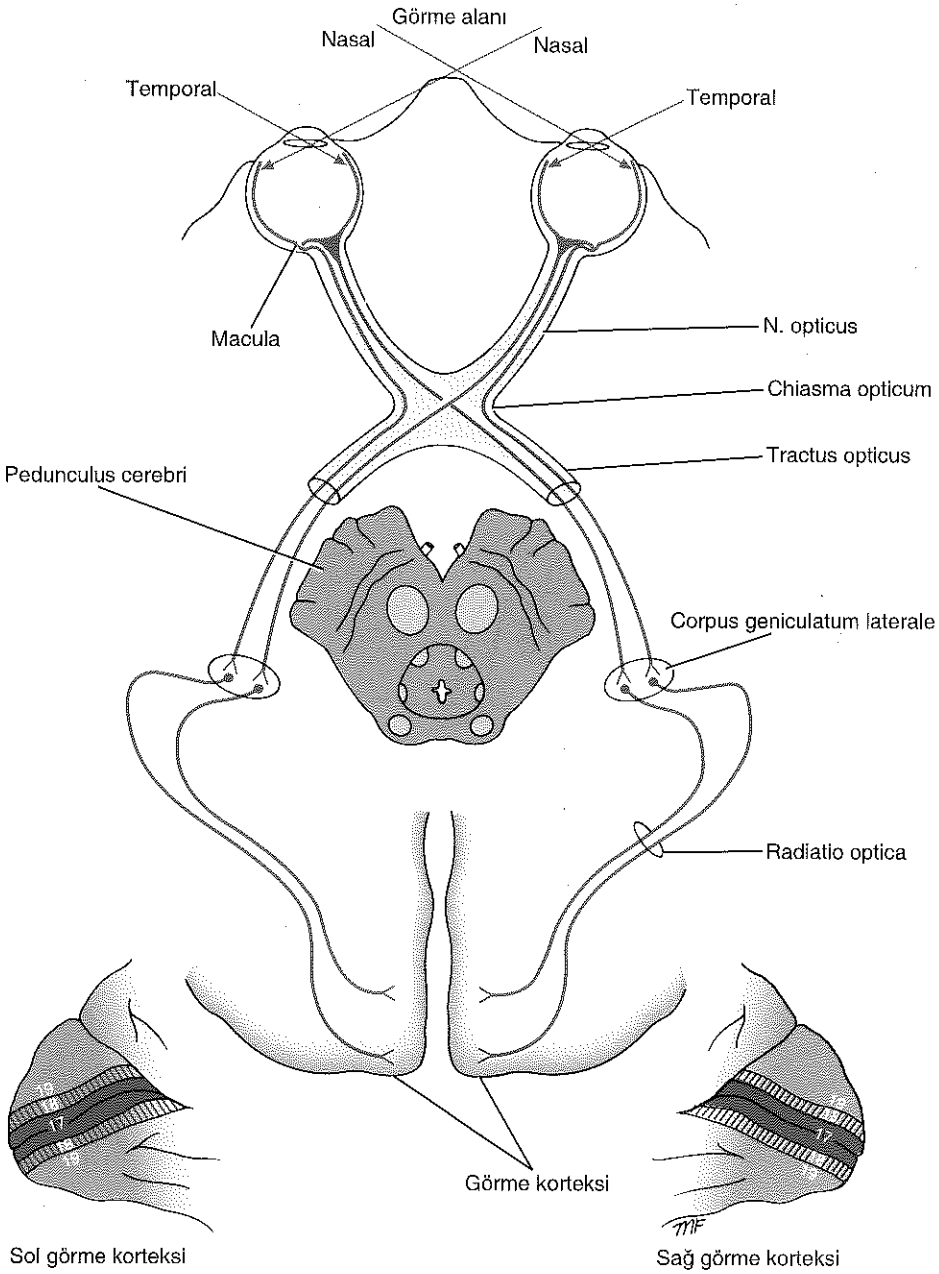
Corpus Geniculatum Laterale

Corpus geniculatum laterale, **pulvinar thalami**'den uzanan küçük oval bir çıkıntıdır. Tractus opticus'un aksonları ile sinaps yapan altı tabaka hücreden oluşur. Corpus geniculatum laterale'den çıkan sinir hücrelerinin aksonları **radiatio optica**'yı oluşturur (Şek. 11-2).

Radiatio Optica

Radiatio optica'yı oluşturan lifler, corpus geniculatum laterale'de bulunan sinir hücrelerinin aksonlarıdır. Radiatio optica'yı oluşturan lifler, **capsula interna**'nın pars retrolenticularis isimli parçasının içinden geçer ve arkaya doğru ilerleyerek beyin hemisferinin iç yüzünde, sulcus calcarinus'un üst ve alt dudağında yer alan **görme merkezinde (17. Alan)** sonlanır (Şek. 11-2). Görme assosiasyon merkezi (18 ve 19. alanlar) objeleri tanıma ve renk ayırt etmekten sorumludur.

[1]Macula veya macula lutea gözün arka kutbunda bulunur. Retina'nın en iyi gören alanıdır. Burada retina incedir, bundan dolayı konilere daha fazla ışık ulaşır.

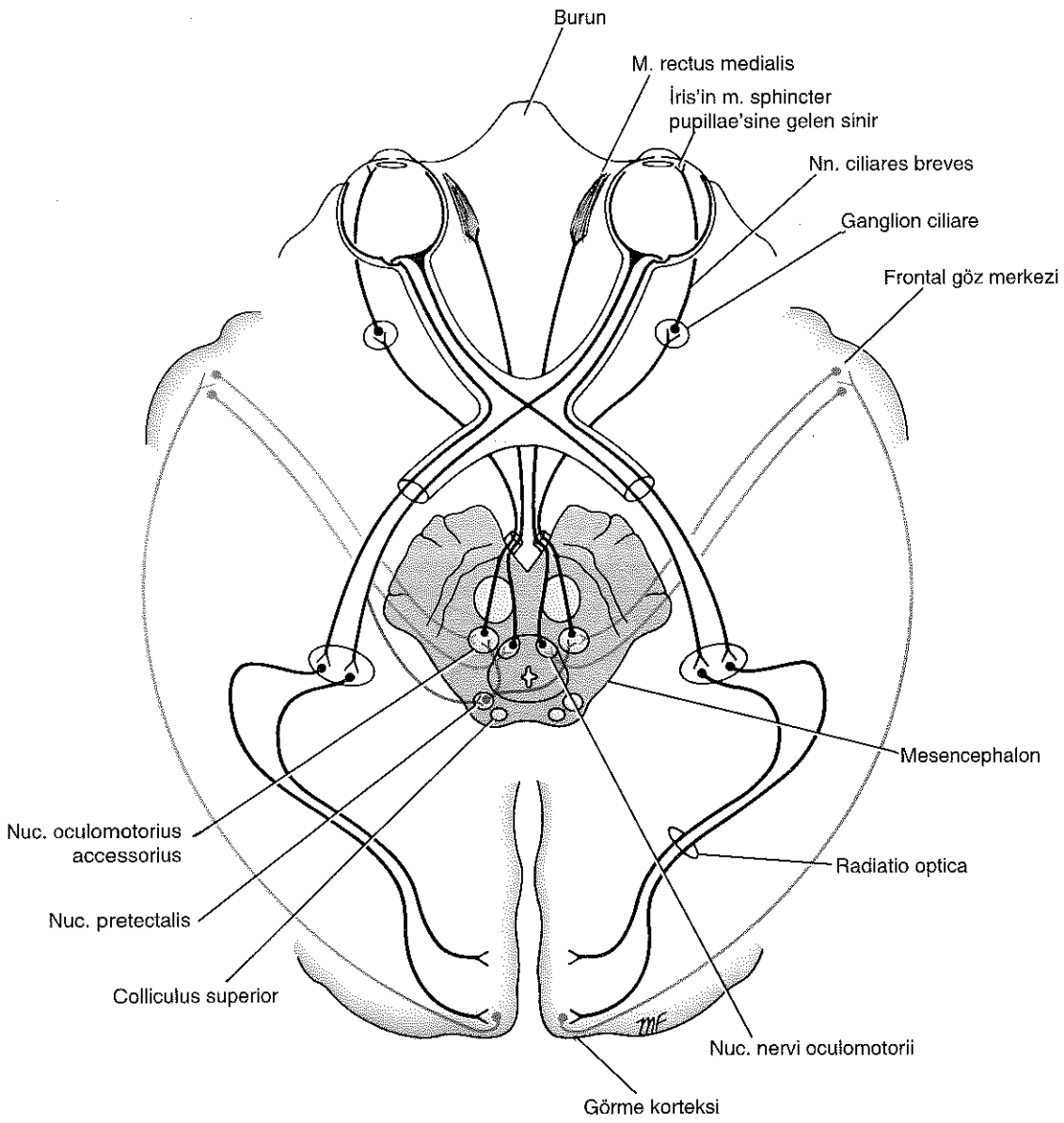


Şekil 11-2 Görme yolu.

Görme Yolu Nöronları ve Binoküler Görme

Görme impulsları görme merkezine dört nöron ile iletilir: 1. Nöron: Retina'da yer alan özel reseptör nöronlar olan **çubuklar** ve **konilerdir**. 2. Nöron: Retina'da bulunan **bipolar nöronlar** olup, çubuk ve koni'leri ganglion hücrelerine bağlarlar. 3. Nöron: **Ganglion hücreleri** olup, axon'ları corpus geniculatum laterale'ye uzanır. 4. Nöron: **Corpus geniculatum laterale'nin nöronları** olup, aksonları cortex cerebri'ye uzanır.

Binoküler görmede, sağ ve sol görme alanları her iki retina'ya yansır (Şek. 11-2). Sağ görme alanındaki bir objenin görüntüsü, sağ retina'nın nasal yarımına, sol retina'nın ise temporal yarımına yansır. Chiasma opticum'da bu iki retina yarımından gelen aksonlar birleşerek sol tractus opticus'u yapar. Corpus geniculatum laterale nöronları, sağ görme alanını sol hemisferdeki görme merkezine ve sol görme alanını sağ hemisfer görme merkezine yansıtır (Şek. 11-2). Retina'nın alt kadranları (üst görme alanı) sulcus calcarinus'un alt duvarına yansırken, retina'nın üst kadranları (alt görme alanı) sulcus calcarinus'un üst duvarına yansır. **Macula lutea** 17. alanın arka parçasına, retina'nın periferik bölümü ise ön bölümüne yansır.



Şekil 11-3 Görme yolu ve visual refleksler.

Görme Refleksleri

Direkt ve İndirekt Işık Refleksleri

Eğer bir göze ışık tutulursa, normal olarak her iki gözün pupilla'sı daralır. Işık tutulan göze ait pupilla'nın daralmasına direkt ışık refleksi denir. Işık tutulmayan karşı gözün pupillasının daralmasına **indirekt ışık refleksi** denir (Şek. 11-3).

Afferent impulslar nervus opticus, chiasma opticum ve tractus opticus içinde seyreder (Şek. 11-3). Tractus opticus içinde seyreden liflerden bir kısmı, tractus opticus'tan ayrılarak, colliculus superior'a bitişik bulunan **nucleus pretectalis**'in sinir hücreleri ile sinaps yapar. İmpulslar, nucleus pretectalis'in sinir hücrelerinin axonları ile **her iki tarafın** nervus oculomotorius'unun parasempatik çekirdeklerine **(Edinger- Westphal çekirdekleri)** taşınır. Nervus oculomotorius'un parasempatik çekirdeklerinden başlayan lifler, üçüncü kranial sinir (n. oculomotorius) içinde seyrederek, orbita'da bulunan **ganglion ciliare**'ye ulaşır (Şek. 11-3). Sonuçta, postganglionik parasempatik lifler, **nervi ciliares breves** içinde göz küresine ve iris'te **musculus sphincter pupillae**'ye ulaşır. İndirekt ışık refleksinde her iki pupilla daralır. Çünkü nucleus pretectalis, mesencephalon'un her iki yanında yer alan parasempatik çekirdeklere lif gönderir (Şek. 11-3). Orta düzlemde lifler comissura posterior'da aqueductus cerebri'ye yakın olarak çapraz yapar.

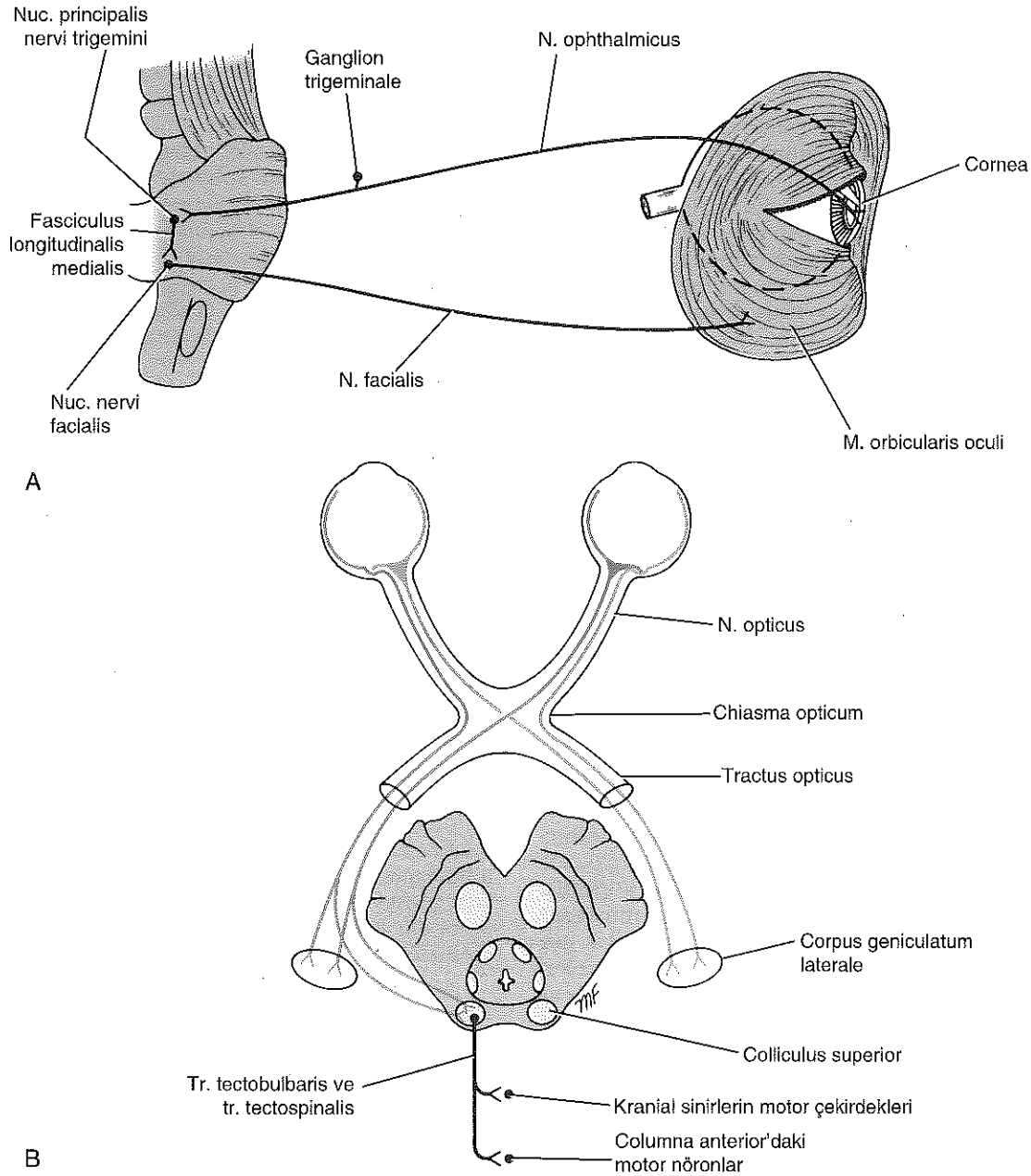
Akkomodasyon Refleksi

Gözler yakın bir objeye çevrildiğinde, musculus rectus medialis'ler kasılarak görme eksenlerini birbirine yaklaştırır; m. ciliaris'in kasılmasıyla lens kalınlaşır ve kırma gücü artar ve pupilla daralarak, ışık dalgalarının lensin kalın

olan orta bölümünden geçmesini sağlar. Afferent impulslar nervus opticus, chiasma opticum, tractus opticus, corpus geniculatum laterale ve radiatio optica içinde görme korteksine gider. Görme korteksi frontal kortekstaki göz hareketleri ile ilgili alanla (8. alan) bağlantılıdır (Şek. 11-3). Sekizinci alandan başlayan kortikal lifler capsula interna içinde, mesencephalon'daki nucleus nervi oculomotorii'e inerler. Nervus oculomotorius, musculus rectus medialis'e gider. İnen kortikal liflerin bir kısmı **her iki tarafta** üçüncü kranial sinirin parasempatik çekirdekleri (Edinger-Westphall çekirdekleri) ile sinaps yapar. Parasempatik lifler üçüncü kranial sinir içinde orbita'daki ganglion ciliare'ye giderler ve burada sinaps yaparlar. Sonunda postganglionik parasempatik lifler nervi ciliares breves içinden geçerek **musculus ciliaris** ve iris'te **musculus sphincter pupillae**'ya ulaşırlar (Şek. 11-3).

Kornea Refleksi

Kornea yada konjunktiva'ya hafifçe dokunulması durumunda göz kapakları kırpılır. Kornea yada konjunktiva'dan kalkan afferent impulslar nervus trigeminus'un dalı olan nervus ophthalmicus içinde seyrederek nucleus principalis nervi trigemini'ye ulaşır (Şek. 11-4A). Nucleus principalis nervi trigemini'den başlayan ara nöronlar, fasciculus longitudinalis medialis aracılığıyla her iki



Şekil 11-4 **A:** Kornea refleksi. **B:** Görme ile ilgili vücut refleksleri.

tarafta nuc. nervi facialis'ler ile bağlantı kurarlar. Nervus facialis ve dalları musculus orbicularis oculi'yi innerve ederek göz kapaklarının kapanmasına neden olur.

Görme ile İlgili Vücut Refleksleri

Okuma sırasında baş ve gözlerdeki hareketler, ışık uyaranlara karşı gözler, baş ve boyundaki otomatik hareketler ve herhangi bir uyarıya karşı korunma amacıyla gözlerin kapatılması, hatta kolun kaldırılması aşağıdaki yollarla ilişkili refleks hareketlerdir (Şek. 11-4B). Görme impulsları nervus opticus'lar, chiasma opticum ve tractus opticus'lar yoluyla colliculus superior'lara ulaşır. Buradan kalkan impulslar tractus tectospinalis ve tractus tectobulbaris (tractus tectonuclearis) yoluyla kranial motor çekirdeklere ve medulla spinalis'in columna grisea anterior'unda yer alan nöronlara iletilir.

Pupilla Deri Refleksi

Deri çimdiklenerek ağrılı bir şekilde uyarılırsa pupilla dilate olur. Afferent duyu liflerinin, medulla spinalis'in columna intermediolateralis'teki birinci ve ikinci torakal segmentlerde yer alan efferent preganglionik sempatik nöronlar ile bağlantılı olduğu düşünülmektedir. Birinci ve ikinci torakal segmentlere ait **rami communicantes albi**, truncus sympathicus'a girerler ve bu segmentlere ait preganglioner lifler **ganglion cervicale superius**'a yükselir. Ganglion cervicale superius'dan başlayan postganglionik lifler **plexus caroticus internus** içinde yükselir ve **nervi ciliares longi**'ye katılarak, iris'te bulunan musculus dilatator pupillae'da sonlanır.

Nervus Oculomotorius (III. Kranial Sinir)

Nervus oculomotorius tümüyle motor fonksiyonludur.

Nervus Oculomotorius'un Çekirdekleri

Nervus oculomotorius iki motor çekirdeğe sahiptir: (1) Ana motor çekirdek (nucleus nervi oculomotorii) ve (2) Aksesuar parasempatik nucleus (nucleus accessorius nervi oculomotorii).

Nervus oculomotorius'un **nucleus nervi oculomotorii** isimli motor çekirdeği **mesencephalon'da aqueductus cerebri**'nin çevresinde gri maddenin ön parçasında bulunur (Şek. 11-5). Motor çekirdek **colliculus superior** düzeyinde yer alır. Musculus rectus lateralis ve musculus obliquus superior dışında kalan bütün ekstrinsik göz kaslarını motor çekirdekte bulunan sinir hücreleri innerve eder. Beyni terk edecek olan sinir lifleri nucleus ruber'den geçerek öne doğru gelir ve **fossa interpeduncularis**'te mesencephalon'un ön yüzünden çıkar. Nucleus nervi oculomotorii, her iki beyin hemisferinden kortikonuklear lifler alır. Nucleus nervi oculomotorii colliculus superior'dan tractus tectobulbaris'i ve bu yol vasıtasıyla da area striata (17. alan)'dan bilgi alır. Bunun yanında fasciculus longitudinalis medialis aracılığıyla 4. 6. ve 8. kranial sinirlerin çekirdeklerinden de lifler alır.

Nucleus accessorius nervi oculomotorii (Edinger-Westphal çekirdeği) nucleus nervi oculomotorii'nin arka tarafında yer alır (Şek. 11-5). Preganglionik sinir hücrelerinin aksonları nervus oculomotorius'un diğer lifleri ile birlikte orbitaya gider. Bu lifler, orbita'da **ganglion ciliare**'de sinaps yapar. Postganglionik lifler ganglion ciliare'den başlayarak **nervi ciliares breves** içinde m. ciliaris ve iris'teki m. sphincter pupillae'ya gider. Nucleus accessorius nervi oculomotorii, akkomodasyon refleksi için tractus corticonuclearis, direkt ve indirekt ışık refleksleri için nucleus pretectalis'ten lifler alır (Şek. 11-3).

Nervus Oculomotorius'un Seyri

Nervus oculomotorius, mesencephalon'un ön yüzünden çıkar (Şek. 11-5). Bu sinir a. cerebelli superior ve a. cerebri posterior arasında öne doğru ilerler. Daha sonra sinus cavernosus'un dış duvarı içinde fossa cranii media'ya doğru ilerler. Burada ramus superior ve ramus inferior olmak üzere iki dala ayrılan sinir, fissura orbitalis superior'dan geçerek cavitas orbitalis'e girer.

Nervus oculomotorius musculus obliquus inferior, musculus rectus inferior, musculus rectus medialis, musculus rectus superior ve musculus levator palpebrae superioris isimli göz kaslarını innerve eder. Keza m. ciliaris ve iris'teki musculus sphincter pupillae isimli intrinsik göz kaslarını, ganglion ciliare ve nervi ciliares breves vasıtasıyla gelen parasempatik liflerle innerve eder.

Nervus oculomotorius tümüyle motor bir sinir olup, üst göz kapağının kaldırılması, bulbus oculi'nin yukarıya, aşağıya ve içeriye doğru çevrilmesinden; pupilla'nın daralmasından ve gözün akkomodasyonundan sorumludur.

Nervus Trochlearis (IV. Kranial Sinir)

Nervus trochlearis tümüyle motor fonksiyonludur.

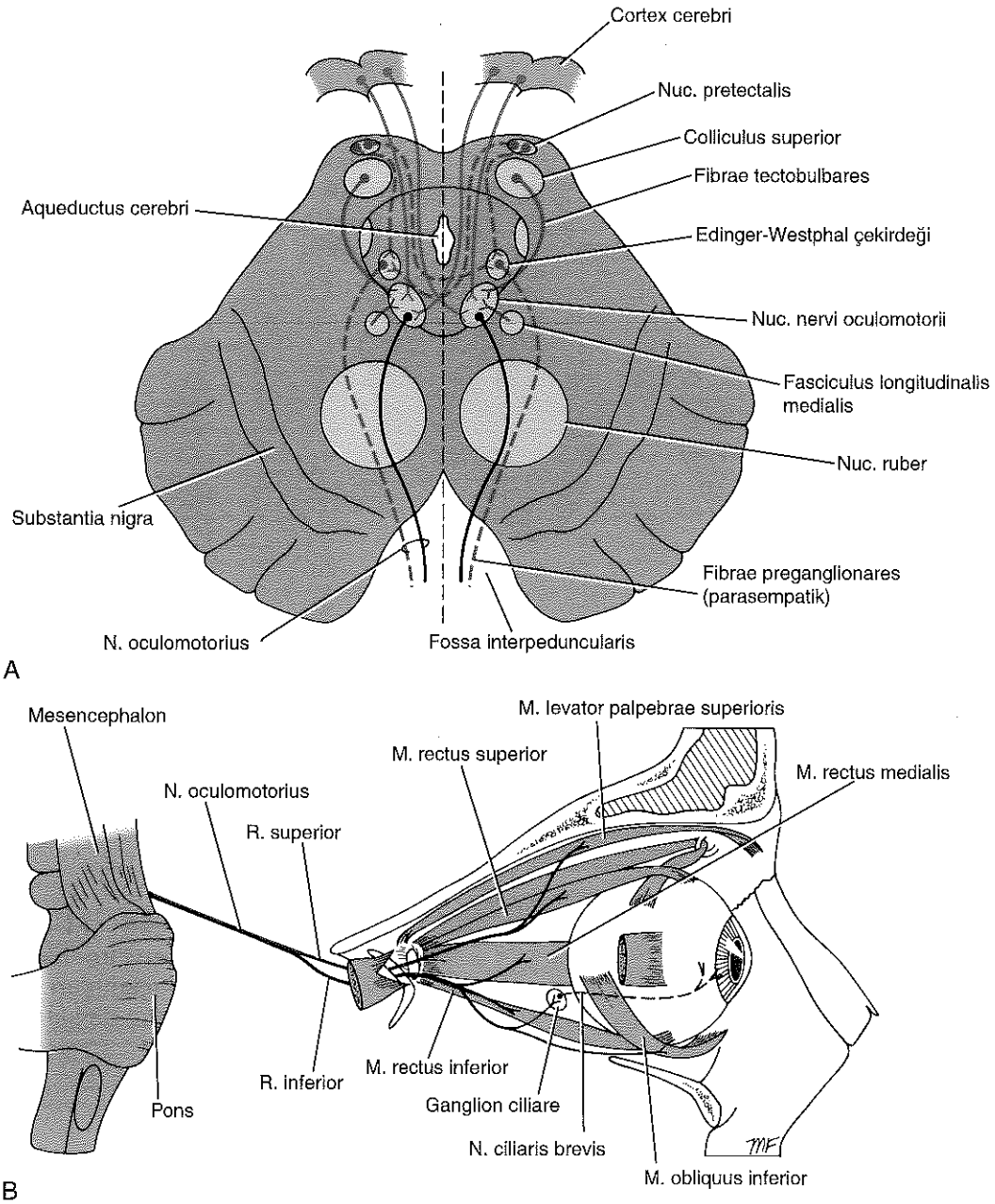
Nervus Trochlearis Çekirdeği

Nucleus nervi trochlearis **mesencephalon'da aqueductus cerebri**'nin çevresinde bulunan gri maddenin ön parçasında yer alır (Şek. 11-6). Nucleus nervi trochlearis, **colliculus inferior** düzeyinde nervus oculomotorius'un nucleus nervi oculomotorii isimli motor çekirdeğinin aşağı tarafında bulunur. Sinir lifleri nucleus nervi trochlearis'i terk ettikten sonra substantia grisea centralis'i arkadan dolanarak mesencephalon'un arka yüzüne ulaşır.

Nucleus nervi trochlearis her iki beyin hemisferinden tractus corticonuclearis yolu ile lifler alır. Nucleus nervi trochlearis, kendisini colliculus superior aracılığı ile kortikal görme merkezine bağlayan tractus tectobulbaris liflerini alır (Şek. 11-6). Keza **fasciculus longitudinalis medialis** yolu ile 3. 6. ve 8. kranial sinirlerden lifler alır.

Nervus Trochlearis'in Seyri

Nervus trochlearis en ince kranial sinirdir. Truncus encephali'nin arka yüzünden çıkan tek kranial sinirdir; çapraz yaptıktan sonra mesencephalon'dan çıkar. Nervus trochlearis, sinus cavernosus'un dış duvarı içerisinde, fossa cranii media'da ileriye doğru seyreder ve fissura orbitalis superior'dan geçerek cavitas orbitalis'e girer. Nervus trochlearis, göz küresinin musculus obliquus superior isimli kasını innerve eder. Tamamen motor bir sinir olan nervus trochlearis, gözün aşağıya ve dışa çevrilmesine yardım eder.



Şekil 11-5 **A:** N. oculomotorius'un çekirdekleri ve merkezi bağlantıları. **B:** N. oculomotorius'un dağılımı.

Nervus Trigeminus (V. Kranial Sinir)

Nervus trigeminus en büyük kranial sinir olup, hem duyusal hemde motor lifler içerir. Başın büyük bir bölümünün duyusal siniri olan nervus trigeminus, çiğneme kasları dahil bir çok kasın motor siniridir (Şek. 11-8).

Nervus Trigeminus'un Çekirdekleri

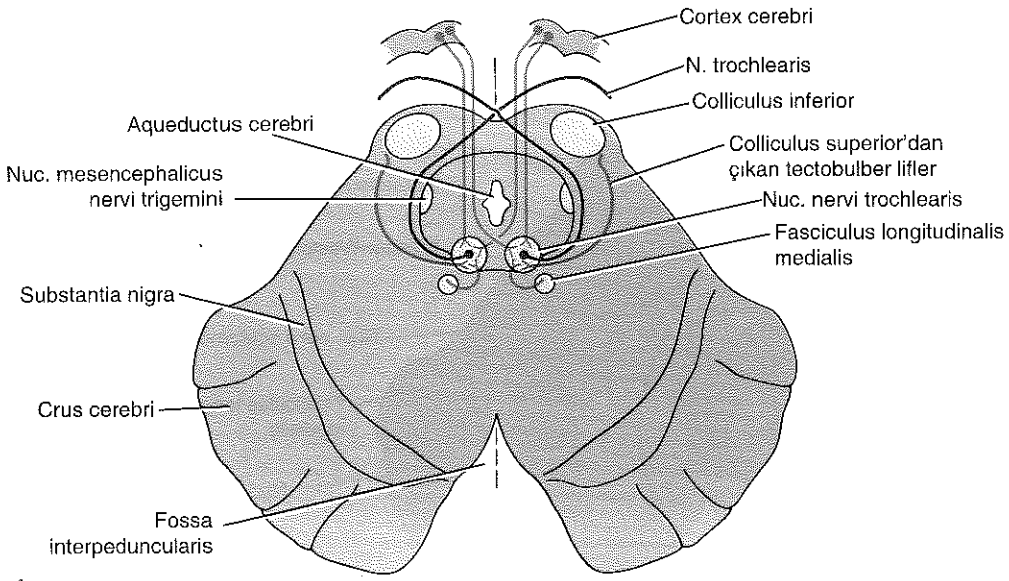
Nervus trigeminus'un 4 çekirdeği vardır: (1) Nucleus principalis nervi trigemini, (2) Nucleus spinalis nervi trigemini (ağrı-ısı), (3) Nucleus mesencephalicus nervi trigemini, (4) Nucleus motorius nervi trigemini.

Nucleus Principalis Nervi Trigemini

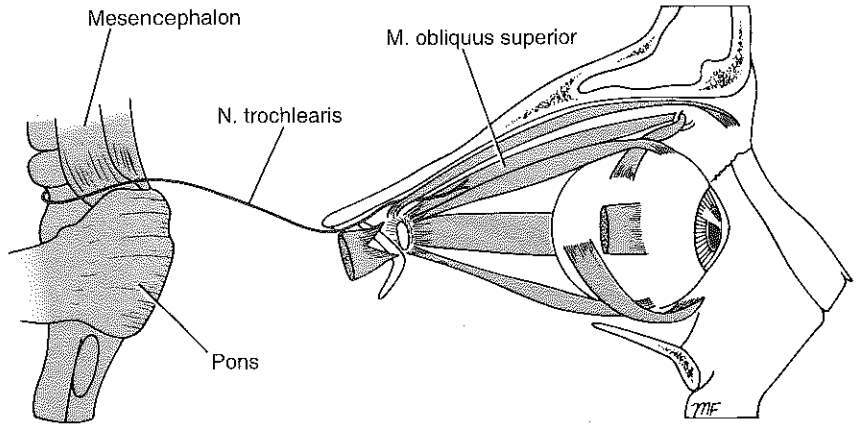
Bu çekirdek pons'un arka bölümünde, nucleus motorius nervi trigemini'nin dışında bulunur (Şek. 11-7A). Aşağıya doğru nucleus spinalis nervi trigemini ile devam eder.

Nucleus Spinalis Nervi Trigemini

Yukarıya doğru pons'ta yer alan nucleus principalis nervi trigemini ile, aşağıya doğru ise tüm medulla oblongata boyunca uzanarak medulla spinalis'in üst bölümünde ikinci servikal segmente kadar ulaşır (Şek. 11-7B).



A



B

Şekil 11-6 A: Nucleus nervi trochlearis ve merkezi bağlantıları. **B:** N. trochlearis'in dağılımı.

Nucleus Mesencephalicus Nervi Trigemini

Bu çekirdek aqueductus cerebri'nin çevresinde, gri maddenin dış parçasında yer alan unipolar sinir hücrelerinin oluşturduğu kolonlardan meydana gelir. Aşağıda pons içine nucleus principalis nervi trigemini'ye kadar uzanır (Şek. 11-7).

Nucleus Motorius Nervi Trigemini

Bu çekirdek pons'ta nucleus principalis nervi trigemini'nin iç tarafında yer alır (Şek. 11-7).

Nervus Trigeminus'un Duyu Elemanları

Yüzün derisi ve yüzün müköz membranlarından alınan basınç, dokunma, ağrı ve ısı duyuları ganglion **semilunare** veya **ganglion trigeminale**'de bulunan hücrelerin aksonları ile taşınır (Şek. 11-7B). Ganglion semilunare'de bulunan hücrelerin santral uzantıları nervus trigeminus'un büyük duyusal kökünü (radix sensoria) oluşturur. Liflerin yarısına yakını pons'a girerken inen ve çıkan dallara ayrılır. Geriye kalan lifler ayrılmadan seyreder (Şek. 11-7B). Yükselen dallar nucleus principalis nervi trigemini'de, inen dallar ise nucleus spinalis nervi trigemini'de sonlanır. Dokunma ve basınç duyuları nucleus principalis nervi trigemini'de sonlanan liflerle taşınır. Ağrı ve ısı duyuları nucleus spinalis nervi trigemini'ye gider (Şek. 11-7B). Nervus ophthalmicus'un duyusal lifleri nucleus spinalis nervi trigemini'nin alt parçasında, nervus maxillaris'in duyusal lifleri nucleus spinalis nervi trigemini'nin orta parçasında, nervus mandibularis'in duyusal lifleri nucleus spinalis nervi trigemini'nin üst parçasında sonlanır.

Çiğneme kasları, yüzün mimik kasları ve gözün ekstrinsik kaslarından taşınan proprioseptif impulslar nervus trigeminus'un radix sensoria'sında bulunan liflerle taşınır. Proprioseptif duyuları taşıyan lifler ganglion trigeminale yada ganglion semilunare'de kesilmeden yoluna devam eder (Şek. 11-7B). Bu hücre lifleri nucleus mesencephalicus nervi trigemini'de bulunan unipolar hücrelerin lifleridir (Şek. 11-7).

Nucleus principalis nervi trigemini ve nucleus spinalis nervi trigemini'de bulunan nöronların aksonları ile nucleus tractus mesencephalici nervi trigemini'de bulunan hücrelerin santral uzantıları orta düzlemde çapraz yapıp karşı tarafa geçer ve **lemniscus trigeminalis**'i oluşturarak thalamus'un nucleus ventralis posteromedialis'inde sonlanır. Thalamus'un nucleus **ventralis posteromedialis**'inde bulunan hücrelerin aksonları capsula interna içerisinde seyrederek cortex cerebri'nin gyrus postcentralis'inde (3,1 ve 2. alanlar) sonlanır.

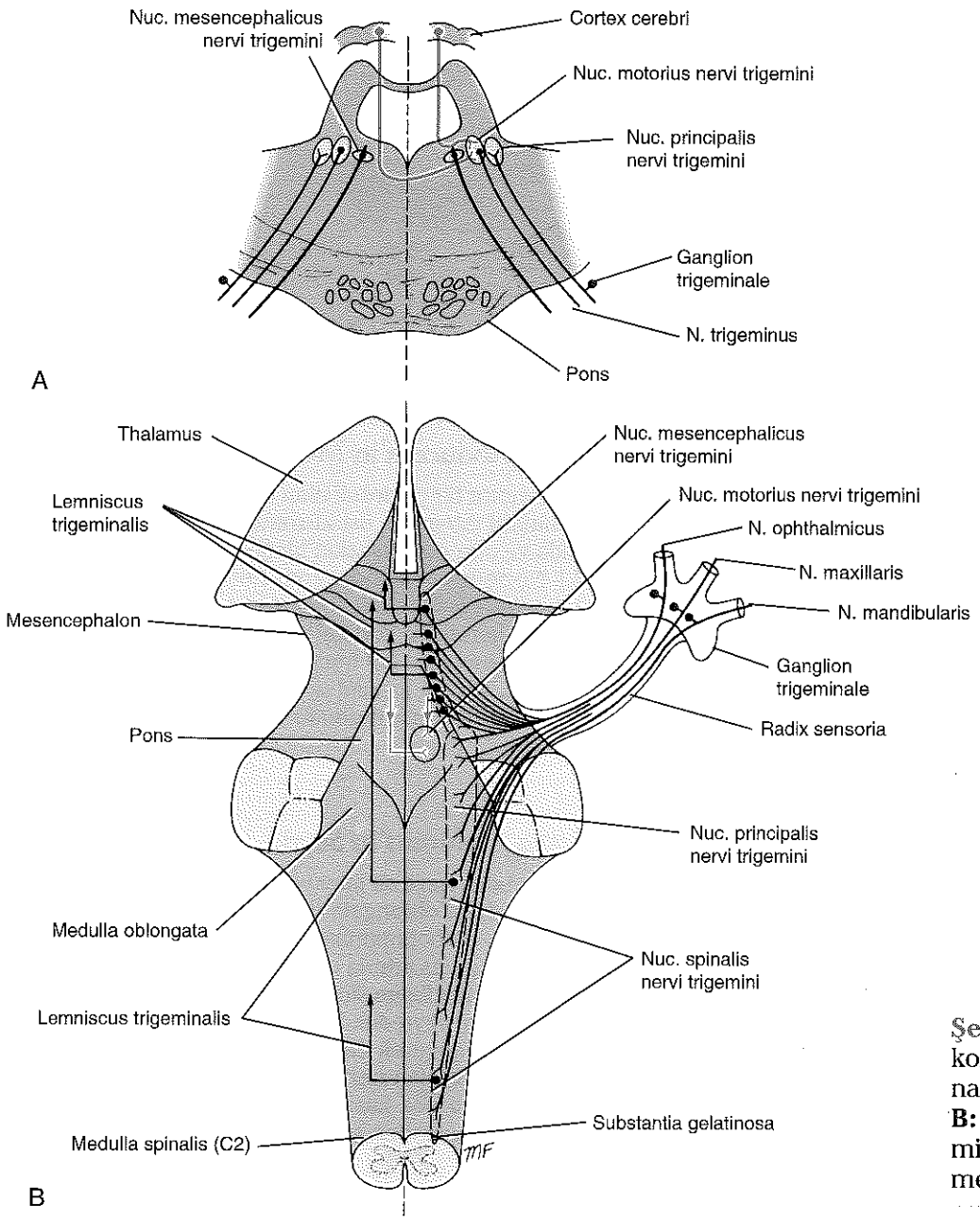
Nervus Trigeminus'un Motor Elemanı

Nervus trigeminus'un motor çekirdeği her iki beyin hemisferinden tractus corticonuclearis vasıtasıyla lifler alır (Şek. 11-7). Aynı zamanda formatio reticularis, nucleus ruber, tectum mesencephali ve fasciculus longitudinalis medialis'ten lifler alır. Ayrıca nucleus tractus mesencephalici nervi trigemini'den lifler alarak monosinaptik refleks arkı oluşturur.

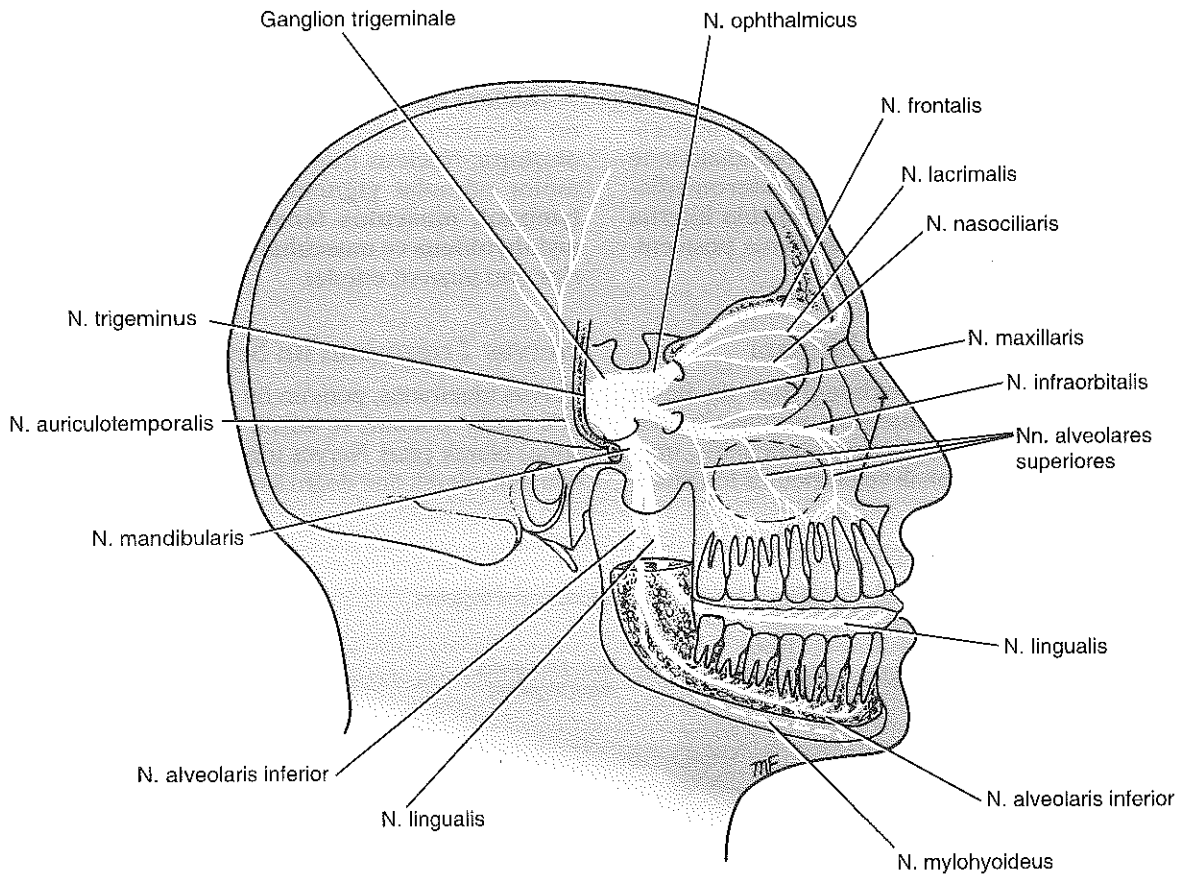
Nucleus motorius nervi trigemini'de bulunan hücrelerin aksonları nervus trigeminus'un radix motoria'sını oluşturur. Nucleus motorius nervi trigemini'de bulunan motor nöronlar **çiğneme kasları, musculus tensor tympani, musculus tensor veli palatini, musculus mylohyoideus** ve **musculus digastricus**'un **venter anterior**'unu innerve ederler.

Nervus Trigeminus'un Seyri

Nervus trigeminus, pons'un ön yüzünden küçük bir motor kök (radix motoria) ve büyük bir duyusal kök (radix sensoria) olarak çıkar. Nervus trigeminus fossa cranii posterior'u terk ederek öne doğru ilerler fossa cranii media içinde



Şekil 11-7 **A:** Pons'un koronal kesitinde trigeminal çekirdekler görülüyor. **B:** Beyin sapındaki trigeminal sinir çekirdekleri ve merkezi bağlantıları.



Şekil 11-8 N. trigeminus'un dağılımı.

temporal kemiğin apex partis petrosa'sının üst yüzünde uzanır. Nervus trigeminus'un radix sensoria'sı genişleyerek yarım ay şeklinde olan **ganglion trigeminale**'yi yapar. Bu **ganglion cavum trigeminale (Meckel boşluğu, cebi)** olarak isimlendirilen dura mater cebinin içinde yer alır. Nervus ophthalmicus, nervus maxillaris ve nervus mandibularis ganglion trigeminale'nin ön kenarından çıkar (Şek. 11-8). Nervus ophthalmicus (V1) yalnız duyusal liflerden oluşur ve cavitas cranii'yi fissura orbitalis superior'dan terk ederek cavitas orbitalis'e sokulur. Nervus maxillaris (V2) de yalnız duyusal liflerden oluşur ve cavitas cranii'yi foramen rotundum içinden terk eder. Nervus mandibularis (V3) hem duyusal hem de motor liflerden oluşur ve cavitas cranii'yi foramen ovale yoluyla terk eder.

Nervus ophthalmicus, nervus maxillaris ve nervus mandibularis yüz derisinin belli bir bölgesini innerve eder (Şek. 11-9). Bazı spinal sinir dermatomlarında görüldüğü gibi, burada dermatomlar üst üste çakışmaz. Daha önce belirtildiği gibi nervus mandibularis'in motor lifleri esas olarak çiğneme kaslarını innerve eder.

Nervus Abducens (VI. Kranial Sinir)

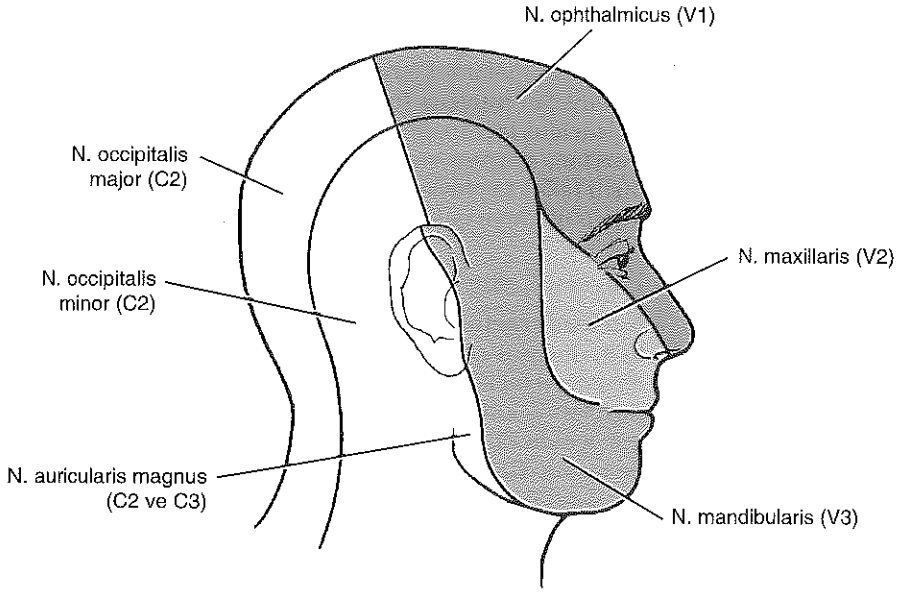
Nervus abducens, bulbus oculi kaslarından **musculus rectus lateralis**'i innerve eden küçük bir motor sinirdir.

Nervus Abducens'in Motor Çekirdeği

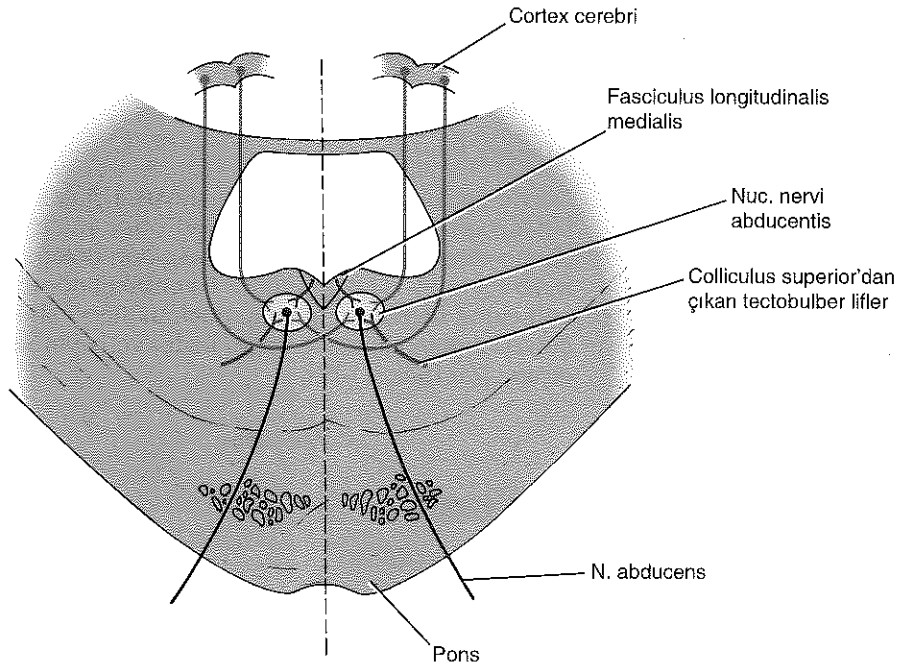
Küçük motor bir çekirdek olan nucleus nervi abducentis 4. ventrikül tabanının üst kısmında **colliculus facialis**'in altında ve orta çizgiye yakın bir şekilde bulunur (Şek. 11-10A). Nucleus nervi abducentis her iki beyin hemisferinden tractus corticonuclearis yolu ile afferent lifler alır. Bu çekirdek kendisini kortikal görme merkezine bağlayan colliculus superior'dan tractus tectobulbaris'i alır. Bunun yanında 3. 4. ve 8. kranial sinirlerin çekirdeklerine bağlayan fasciculus longitudinalis medialis'ten de lifler alır (Şek. 11-9).

Nervus Abducens'in Seyri

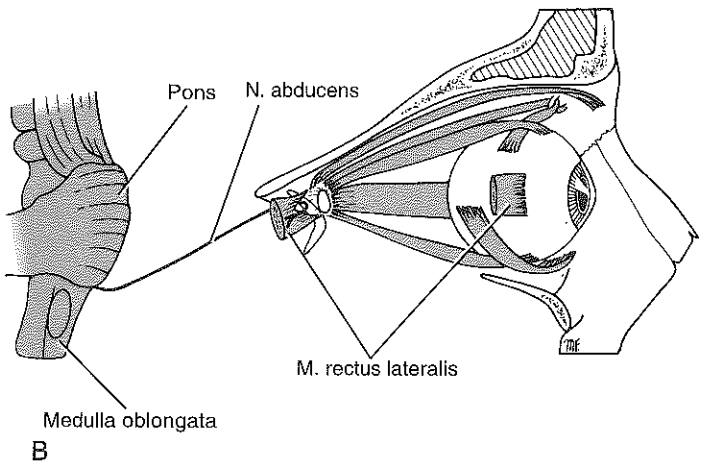
Nervus abducens'e ait lifler pons içinde öne doğru ilerleyerek medulla oblongata ile pons'un alt kenarı arasındaki sulcus bulbopontinus'tan dışarı çıkar (Şek. 11-10B). Nervus abducens arteria carotis interna'nın altında ve dış tarafında olmak üzere sinus cavernosus'un içinden geçerek öne doğru seyreder. Sinir daha sonra fissura orbitalis superior'dan geçerek cavitas orbitalis'e girer. Tamamen motor bir sinir olan nervus abducens, musculus rectus lateralis isimli göz kasını innerve eder ve gözün dışa doğru çevrilmesinden sorumludur.



Şekil 11-9 Baş ve boyun derisinin duyusal innervasyonu. Angulus mandibulae üzerindeki derinin n. trigeminus'a ait bir dal olmayan n. auricularis magnus (C2 ve C3) tarafından duyulandırıldığına dikkat ediniz.



A



B

Şekil 11-10 **A:** Nucleus nervi abducentis ve merkezi bağlantıları. **B:** N. abducens'in dağılımı.

Nervus Facialis (VII. Kranial Sinir)

Nervus facialis hem motor hemde duyu siniridir.

Nervus Facialis'in Çekirdekleri

Nervus facialis'in, (1) nucleus nervi facialis isimli esas motor, (2) nucleus salivatorius superior ve nucleus lacrimalis isimli parasempatik ve (3) nucleus tractus solitarii isimli duyu çekirdeği vardır.

Nucleus Nervi Facialis

Bu esas motor çekirdek, pons'un alt bölümünde, formatio reticularis içinde ve derinde bulunur (Şek. 11-11). Her iki beyin hemisferinden tractus corticonuclearis yolu ile lifler alan nucleus nervi facialis'in üst yarısı, yüzün üst parçasında bulunan mimik kasları innerve eder. **Motor çekirdeğin alt bölümü yalnız karşı beyin hemisferinden tractus corticonuclearis aracılığıyla çaprazlaşmış lifler alır ve yüzün alt yarısındaki mimik kaslarını innerve eder.**

Bu yollar, mimik kasların istemli kontrolünü açıklar. Bununla beraber başka bir istemsiz yol vardır; bu yol yüz ifadesindeki **mimik veya emosyonel değişiklikleri** birbirinden ayırır ve kontrol eder. Bu diğer yol formatio reticularis'in bir bölümünü oluşturur (sayfa 307'e bakınız).

Parasempatik Çekirdekler

Nucleus salivatorius superior ve **nucleus lacrimalis,** motor nucleus'un arka dış yanında yer alır (Şek. 11-11). Nucleus salivatorius superior, inen otonom yollar aracılığıyla hypothalamus'tan afferent lifler alır. Ağızdan gelen tat duyuları **nucleus tractus solitarii** yolu ile alınır.

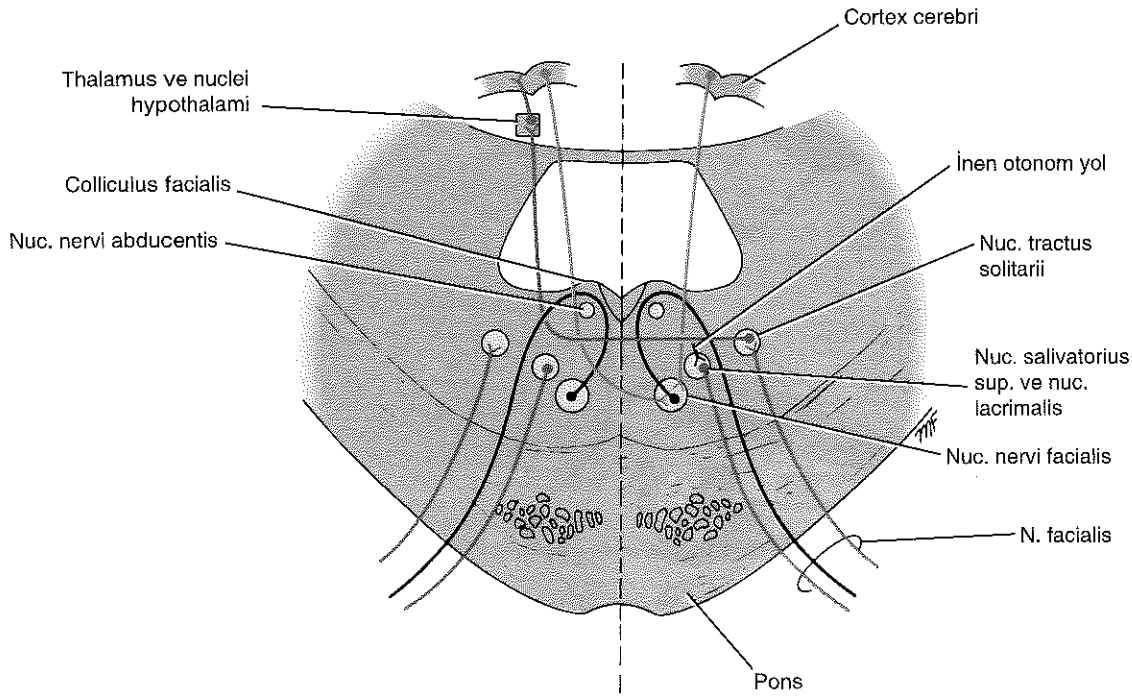
Nucleus lacrimalis, emosyonel yanıtlar için hypothalamus'tan, cornea yada conjunctiva'nın irritasyonu sonucu refleks yoluyla oluşan göz yaşı için de nervus trigeminus'un duyu çekirdeklerinden afferent lifler alır.

Duyusal Çekirdek

Nucleus tractus solitarii'nin üst parçası, nervus facialis'in duyusal çekirdeğini oluşturur ve bu çekirdek nucleus nervi facialis'e yakın olarak bulunur (Şek. 11-11). Tat duyuları 7. kranial sinir üzerinde yer alan ganglion geniculi içinde bulunan sinir hücrelerinin periferik aksonları ile taşınır. **Ganglion geniculi**'de yer alan sinir hücrelerinin santral uzantıları nucleus tractus solitarii içerisindeki nöronlarla sinaps yaparlar. Nucleus tractus solitarii'den başlayan efferent lifler orta düzlemde çapraz yaparak karşı tarafta thalamus'un nucleus ventralis posteromedialis'inde ve hypothalamus'un bir çok çekirdeğine gider. Thalamus'tan başlayan hücrelerin aksonları capsula interna ve corona radiata'dan geçerek, gyrus postcentralis'in alt bölümünde yer alan kortikal tat merkezinde sonlanır (Şek. 11-11).

Nervus Facialis'in Seyri

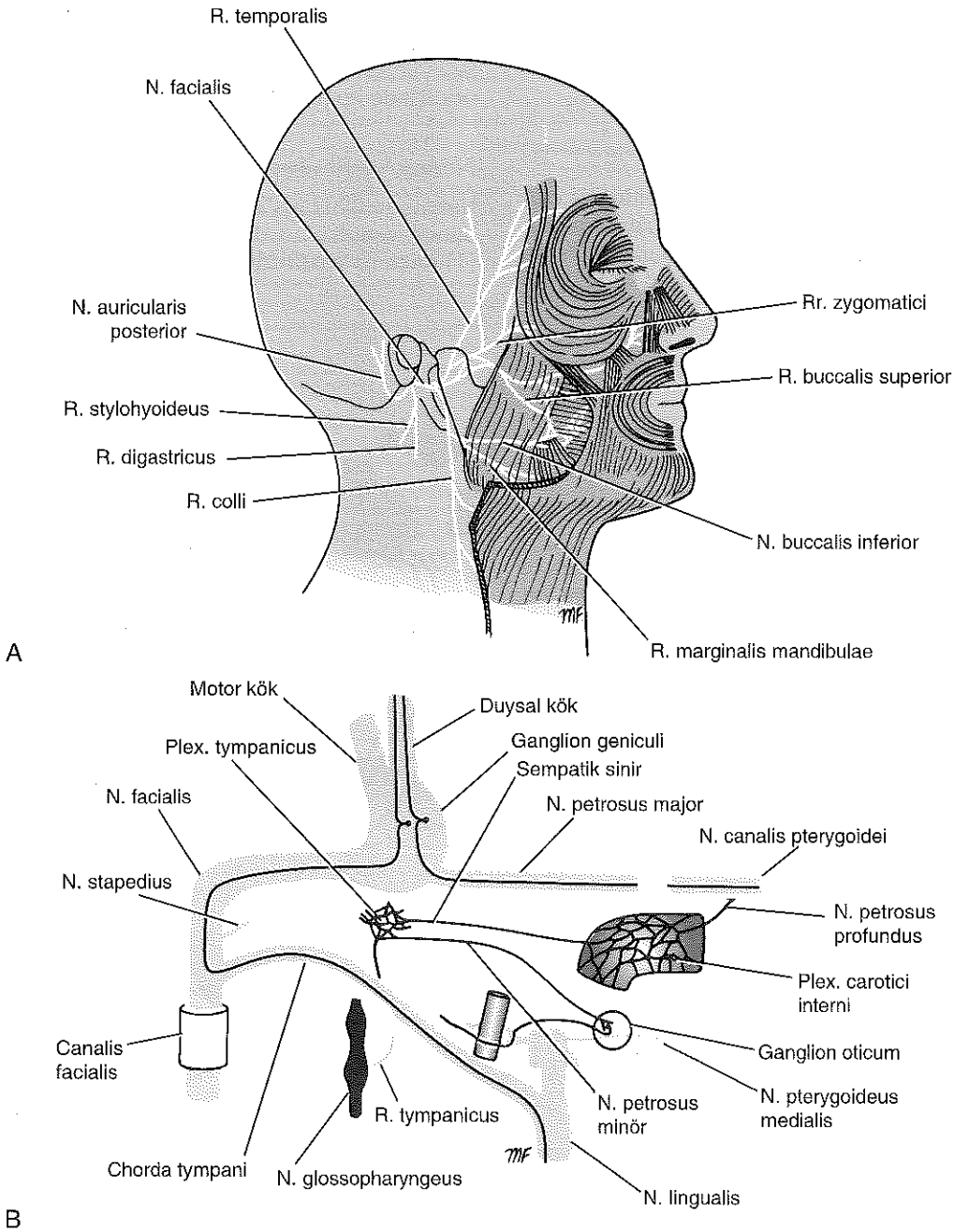
Nervus facialis biri motor, biri de duyusal olmak üzere iki kökten oluşur. Motor kökün lifleri önce nucleus nervi abducentis'in iç yanından ve arkasından dolanarak seyreder (Şek. 11-11). Daha sonra 4. ventrikül döşemesinde **colliculus facialis**'in altında, nucleus nervi abducentis çevresini dolanarak öne doğru ilerler ve beyin sapından dışarı çıkar (Şek. 11-11).



Şekil 11-11 N. facialis'in çekirdekleri ve merkezi bağlantıları.

Duyusal kök (**nervus intermedius**) ganglion geniculi'de bulunan unipolar nöronların santral uzantıları tarafından oluşturulur. Aynı zamanda parasempatik çekirdeklerden başlayan preganglionik parasempatik efferent lifler içerir.

Nervus facialis'in motor ve duyusal kökü, beyin sapının ön yüzünde medulla oblongata ve pons arasındaki sulcus bulbopontinus'tan çıkar. Her iki kök fossa cranii posterior içinde nervus vestibulocochlearis ile birlikte temporal kemiğin pars petrosa'sında bulunan meatus acusticus internus'a girer. Meatus acusticus internus'un alt kısmında nervus facialis, canalis facialis'e girer ve iç kulak boyunca dışa doğru ilerler. Cavitas tympani'nin iç duvarına ulaşınca, nervus facialis genişleyerek **ganglion geniculi**'yi **(geniculatum)** oluşturur (Şek. 11-12) ve promontorium'un üst tarafında keskin bir şekilde arkaya doğru kıvrılır. Nervus facialis cavitas tympanica'nın arka duvarında antrum mastoideum girişinin iç yanında aşağıya doğru dönerek pyramis'in arkasında aşağı doğru ilerler ve foramen stylomastoideum'dan geçerek temporal kemiği terkeder.



Şekil 11-12 **A:** N. facialis'in dağılımı. **B:** Pars petrosa ossis temporalis içinde n. facialis'ten ayrılan dallar; tad lifleri siyah olarak gösterilmiştir. N. glossopharyngeus'da görülmektedir.

Nervus Facialis'in Dağılımı

Nervus facialis'in nucleus nervi facialis isimli **motor çekirdeği** yüzün mimik kaslarını, kulak kaslarını, musculus stapedius, musculus digastricus'un venter posterior'unu ve musculus stylohyoideus'u innerve eder (Şek. 11-12).

Nucleus salivatorius superior, glandula submandibularis, glandula sublingualis, glandulae nasales ve glandulae palatinae'ları innerve eder. Nucleus lacrimalis ise glandula lacrimalis'i innerve eder.

Nucleus tractus solitarius'un nervus facialis'e ait bölümü dilin 2/3 ön kısmından, ağız tabanı ve damaktan tat lifleri alır.

Nervus Vestibulocochlearis (VIII. Kranial Sinir)

Bu sinir, **nervus vestibularis** ve **nervus cochlearis** olarak iki ayrı bölümden oluşur. Nervus vestibularis ve nervus cochlearis, iç kulaktan aldığı afferent lifleri vasıtasıyla merkezi sinir sistemine bilgi taşır (Şek. 11-13 ve Şek. 11-14).

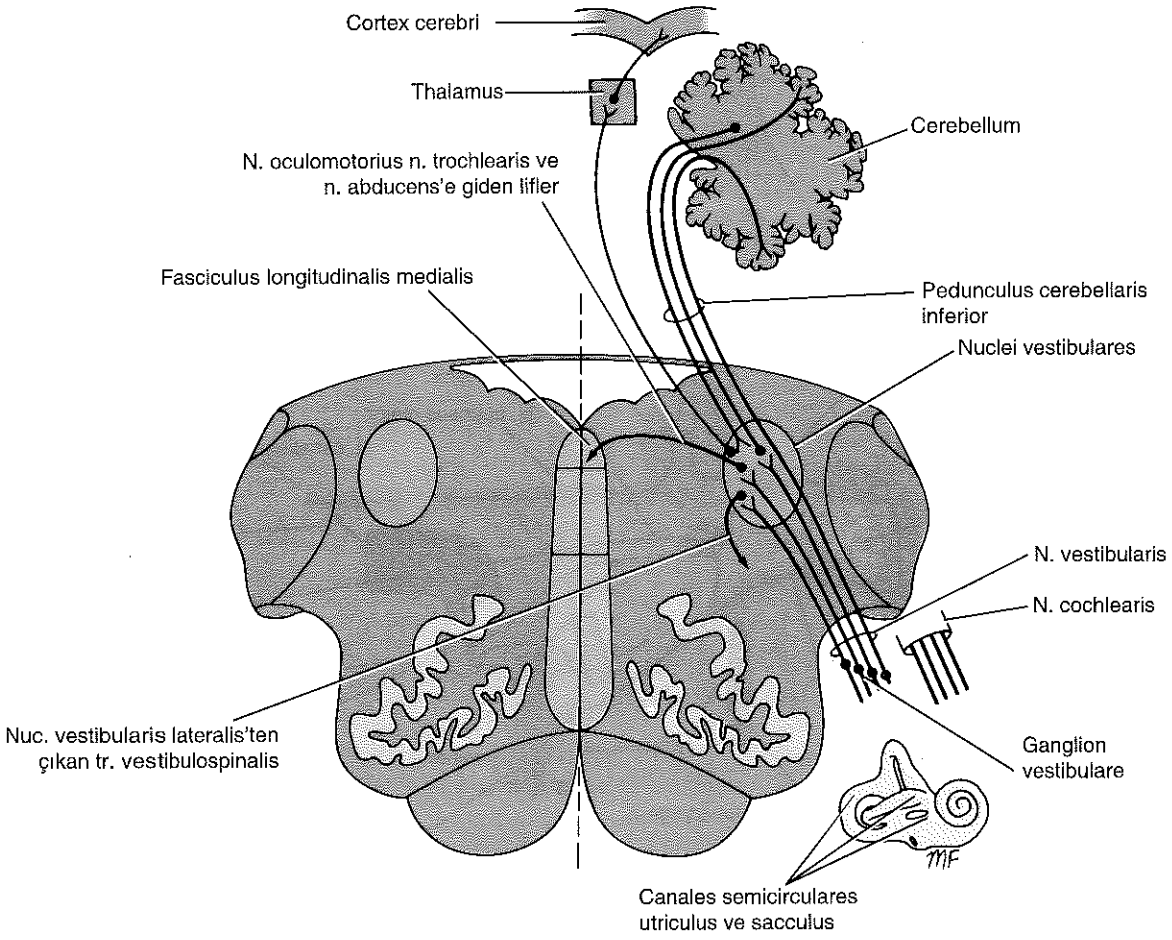
Nervus Vestibularis

Nervus vestibularis, utriculus ve sacculus'tan başın pozisyonu, canales semicirculares'ten de başın hareketleri ile ilgili impulslar taşır.

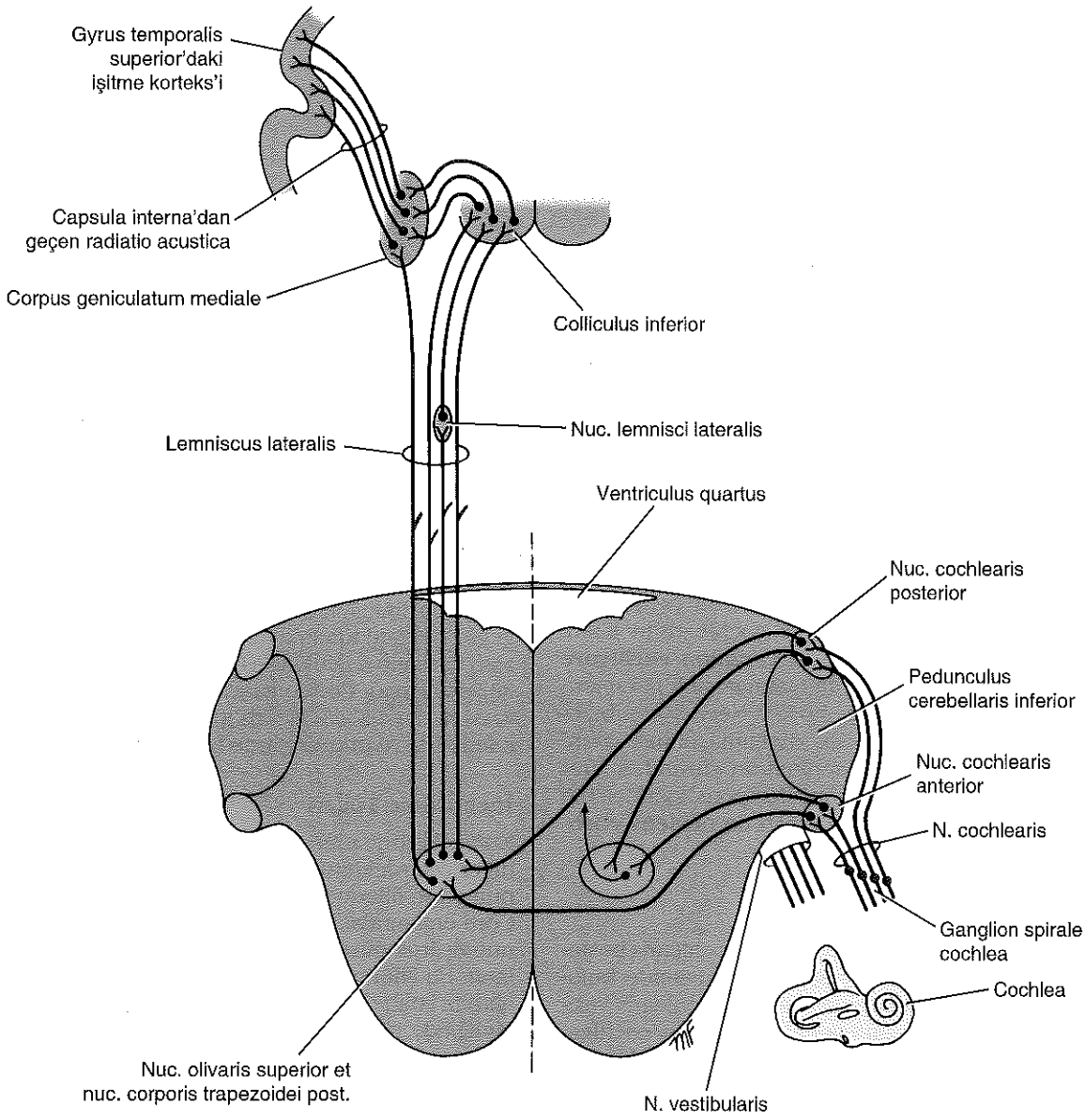
Nervus vestibularis'i oluşturan lifler **meatus acusticus internus**'ta yer alan **ganglion vestibulare**'de bulunan sinir hücrelerinin merkezi uzantılarıdır. Nervus vestibularis'in lifleri, pons'un alt kenarı ile medulla oblongata'nın üst parçası arasında bulunan sulcus bulbopontinus'tan beyin sapının ön yüzünden girer (Şek. 11-13). Nervus vestibularis'in lifleri, nervus vestibularis'e ait çekirdeklere girince, sinir lifleri yükselen kısa ve inen uzun lifler olmak üzere iki kısma ayrılır. Bir kısım lif nuclei vestibulares ile sinaps yapmadan pedunculus cerebellaris inferior içinde doğrudan cerebellum'a gider.

Nervus Vestibularis'in Çekirdekleri

Nervus vestibularis'in çekirdekleri dört adet olup, dördüncü ventrikülün döşemesinde bulunur (Şek. 11-13). (1) **nucleus vestibularis lateralis**, (2) **nucleus vestibu-**



Şekil 11-13 Nuclei vestibulares ve merkezi bağlantıları.



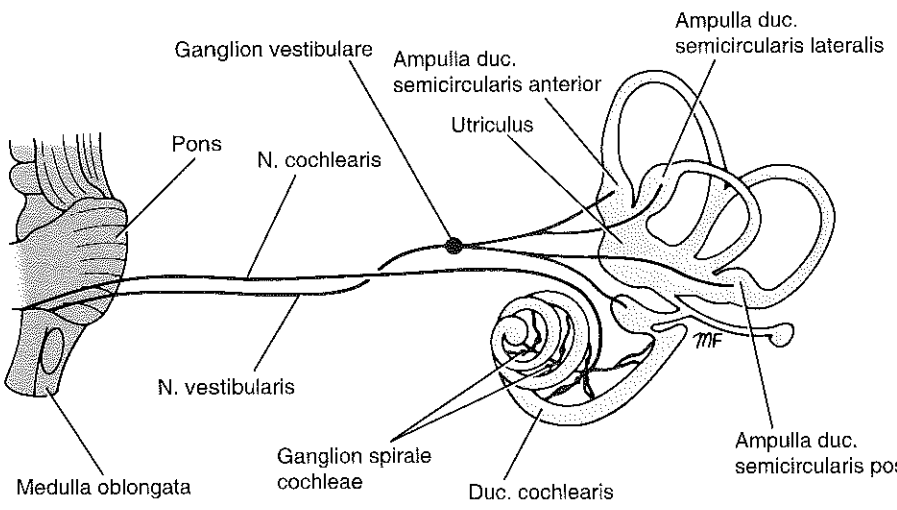
Şekil 11-14 Nuclei cochleares ve merkezi bağlantıları. İnen yollar gösterilmemiştir.

laris superior, (3) **nucleus vestibularis medialis**, (4) **nucleus vestibularis inferior** (Şek. 5-7).

Nuclei vestibulares, nervus vestibularis yolu ile **canales semicirculares**, **utriculus** ve **sacculus**'tan, pedunculus cerebellaris inferior yolu ile de cerebellum'dan afferent lifler alır (Şek. 11-13). Nuclei vestibulares'ten gelen efferent lifler pedunculus cerebellaris inferior içinde cerebellum'a gider. Nucleus vestibularis lateralis'ten başlayıp aşağıya doğru inen efferent lifler **tractus vestibulospinalis**'i oluşturarak medulla spinalis'in aynı tarafında sonlanır (Şek. 11-13). Bunun yanında fasciculus longitudinalis medialis aracılığı ile nervus oculomotorius, nervus trochlearis ve nervus abducens'in çekirdeklerine efferent lifler gider.

Bu bağlantılar baş ve gözlerin hareketlerinin koordineli olarak bir obje üzerine fikse edilmesini ve takip edilmesini sağlar. Bunlara ilave olarak iç kulaktan alınan bilgiler gövde ve ekstremite kaslarının tonusunu etkileyerek, dengenin sürekliliğinin sağlanmasına yardım eder.

Nuclei vestibulares'ten başlayıp cortex cerebri'ye doğru yükselen lifler, sulcus lateralis'in hemen üst tarafında, gyrus postcentralis'te yer alan area vestibularis'te sonlanır. Bu lifler thalamus'un nucleus ventralis posterior'undan geçer. Serebral korteks muhtemelen kişinin uzaydaki bilinçli orientasyonuna katkı sağlar.



Şekil 11-15 N. vestibulocochleares'in dağılımı.

Nervus Cochlearis

Nervus cochlearis, cochlea'da bulunan Corti organından sesle ilgili impulsları taşır. Nervus cochlearis'in lifleri, cochlea içerisinde yerleşmiş olan **ganglion cochleare (ganglion spirale cochleae)**'da bulunan sinir hücrelerinin santral uzantılarıdır (Şek. 11-15). Nervus vestibulocochlearis nervus facialis'in dış tarafında olmak üzere pons'un alt kenarında beyin sapının ön yüzünden girer (Şek.11-14). Nervus cochlearis'in lifleri pons'a girince biri **nucleus cochlearis anterior**'a diğeri de **nucleus cochlearis posterior**'a giden iki dala ayrılır.

Nervus Cochlearis'in Çekirdekleri

Nucleus cochlearis anterior ve nucleus cochlearis posterior pedunculus cerebellaris inferior'un üzerinde bulunur (Şek. 11-14). Bu çekirdekler nervus cochlearis vasıtasıyla cochlea'dan afferent lifler alırlar. Nervus cochlearis'in çekirdeklerinden başlayan aksonlar (2. Nöron) pons'un içinde olmak üzere iç yana doğru uzanarak **corpus trapezoideum** ve nucleus olivaris'de sonlanır. Nervus cochlearis'in çekirdeklerinden başlayan lifler aynı tarafın veya karşı tarafın **nucleus posterior corporis trapezoidei** ve nucleus olivarius superior'unda sonlanır. Nucleus olivaris superior ve nucleus posterior corporis trapezoidei 'den başlayan lifler pons'un arka kısmı ve mesencephalon'dan yukarıya doğru yükselerek **lemniscus lateralis** olarak bilinen yolu oluşturur (Şek. 11-14). Böylece bir lemniscus lateralis her iki tarafın 3. nöronunu içerir. Yükselen liflerin bir kısmı **nucleus lemniscus lateralis** olarak bilinen küçük çekirdekteki sinir hücreleri ile sinaps yapar (Şek. 11-14).

Lemniscus lateralis'i oluşturan liflerin bir kısmı **mesencephalon'da colliculus inferior**'da sonlanırken diğer bir kısmı da **corpus geniculatum mediale**'de sonlanır. Corpus geniculatum mediale'den başlayan nöronlar capsula interna'da radiatio acustica'dan geçerek beyin hemisferinde kortikal işitme merkezinde sonlanır (Şek. 11-14).

Kortikal primer işitme merkezi (41 ve 42. alanlar) gyrus temporalis superior'un üst yüzünde bulunan Heschl gyrus'unda yer alır. Seslerin geçmiş deneyimlere dayanılarak tanınması ve yorumlanması işlemi ise sekonder işitme alanında gerçekleşir.

Kulaktan gelen sinir impulsları, beyin sapının her iki yanındaki işitme yolları ile taşınır. Ancak impulsların büyük çoğunluğunun karşı taraftaki işitme yoluna yansıdığı göz önünde tutulmalıdır. İşitme yolu beyin sapında yer alan formatio reticularis'e bir çok kollateral dal verir (sayfa 307'e bakınız). Corti organında görülen tonotopik organizasyon nervus cochlearis'in çekirdeklerinde, colliculus inferior'da ve primer işitme merkezinde de korunur.

İnen İşitme Yolları

Kortikal işitme merkezi ve işitme yolunun içinde bulunan diğer çekirdeklerden köken alan inen lifler, işitme yolunun çıkan liflerine eşlik eder. Bilateral seyreden bu lifler, Corti organındaki hücrelerin siliyalarında ve işitme yolunun değişik düzeylerinde yer alan sinir hücrelerinde sonlanır. Bu liflerin feedback mekanizması sağladığı ve ses alımını inhibe ettiğine inanılmaktadır. Bu lifler işitme keskinliğinde, bazı sinyallerin baskılanmasında ve diğer bazılarının da arttırılmasında rol oynayabilir.

Nervus Vestibulocochlearis'in Seyri

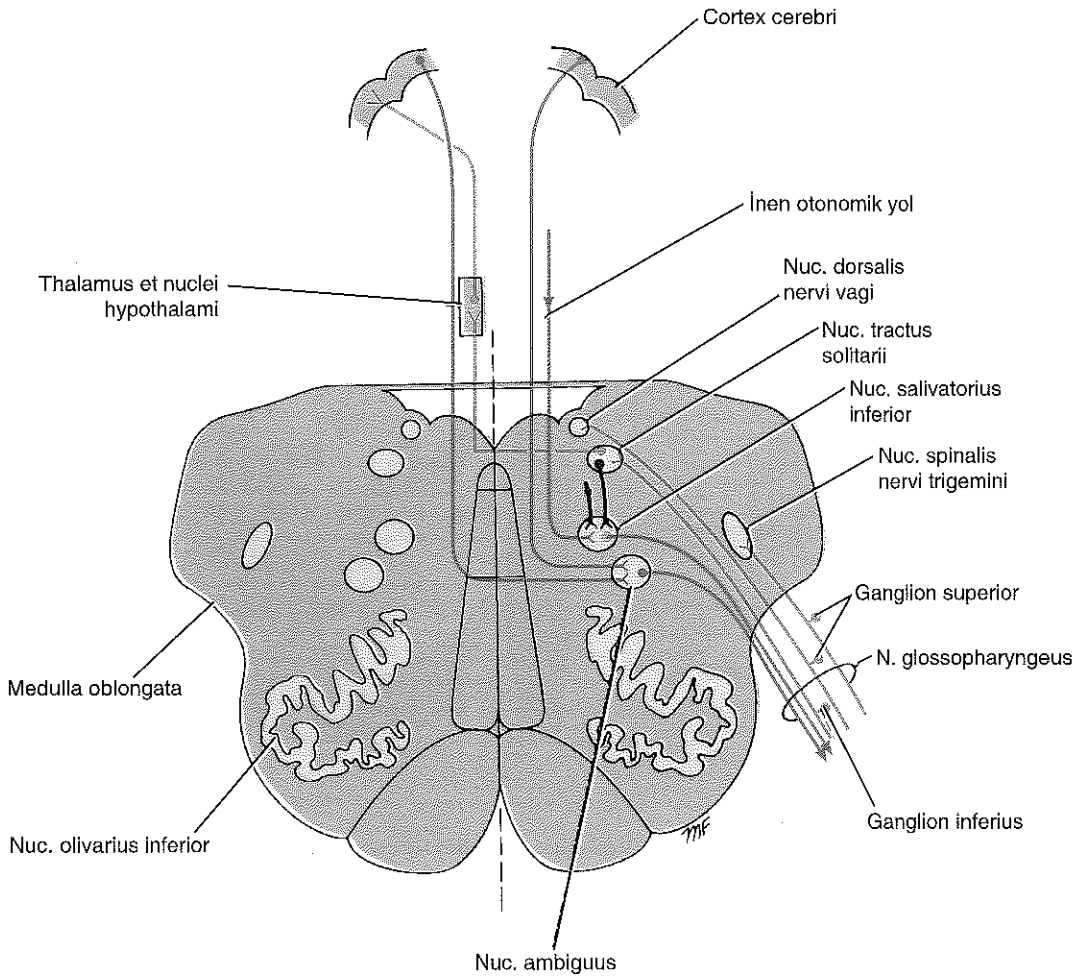
Nervus vestibulocochlearis'in nervus vestibularis ve nervus cochlearis isimli parçaları beyin sapının ön yüzünde, pons'un alt kenarı ile medulla oblongata arasında yer alan sulcus bulbopontinus'tan çıkarlar (Şek. 11-15). Nervus vestibularis ve nervus cochlearis fossa cranii posterior içinde dışa doğru seyrederek, nervus facialis ile birlikte meatus acusticus internus'a girerler. Sinir lifleri daha sonra iç kulağın değişik bölümlerinde dağılır (Şek. 11-15).

Nervus Glossopharyngeus (IX. Kranial Sinir)

N. glossopharyngeus, motor ve duyusal bir sinirdir.

N. Glossopharyngeus'un Çekirdekleri

N.glossopharyngeus'un (1) ana motor çekirdek (nucleus ambiguus'un üst parçası), (2) parasempatik çekirdek (nucleus salivatorius inferior) ve (3) duyu çekirdeği (nucleus tractus solitarii'nin orta parçası) olmak üzere 3 tane çekirdeği vardır.



Şekil 11-16 N. glossopharyngeus'un çekirdekleri ve merkezi bağlantıları.

Ana Motor Çekirdek

Bu çekirdek, medulla oblongata'da formatio reticularis'in derininde yer alır ve nucleus ambiguus'un üst ucunu oluşturmaktadır (Şek. 11-16). Motor çekirdek, tractus corticonuclearis vasıtasıyla her iki beyin hemisferinden lifler alır. Bu çekirdekten başlayan efferent lifler **musculus stylopharyngeus**'u innerve eder.

Parasempatik Çekirdek

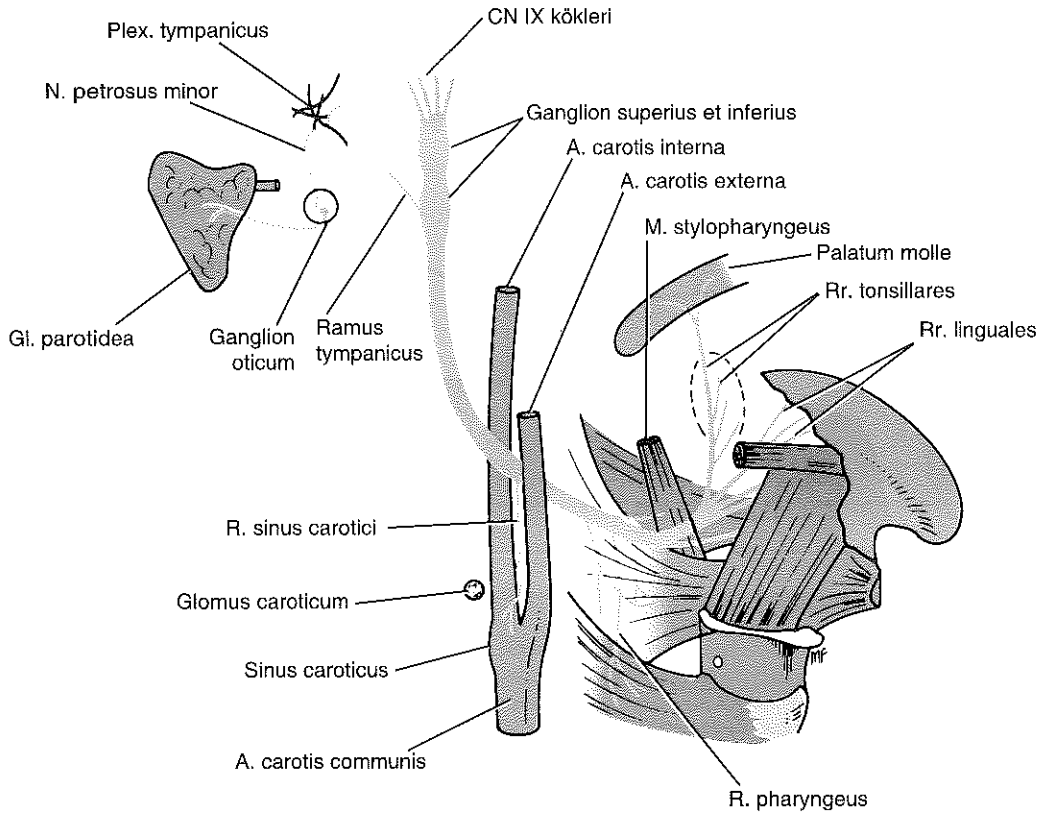
Bu çekirdek **nucleus salivatorius inferior** olarak da isimlendirilir (Şek. 11-16). Parasempatik çekirdek hypothalamus'tan **inen otonom yollar** kanalıyla efferent lifler alır. Bunun yanında formatio reticularis yolu ile koku sisteminden bilgi alır. Ağızdan gelen ve nucleus tractus solitarii ile iletilen tat duyusundan sorumlu bilgileri alır.

Bu sinire ait efferent preganglionik parasempatik lifler **nervus tympanicus, plexus tympanicus** ve **nervus petrosus minor** yolunu takip ederek ganglion oticum'a ulaşır (Şek. 11-17). Postganglionik parasempatik lifler **glandula parotidea**'ya gider.

Duyusal Çekirdek

Duyusal çekirdeği **nucleus tractus solitarii'**nin orta bölümü tarafından oluşturulur (Şek. 11-16). Tat duyuları nervus glossopharyngeus'un **duyu ganglionunda** yer alan sinir hücrelerinin periferik aksonları tarafından taşınır. Bu hücrelerin santral uzantıları nucleus tractus solitarii'deki sinir hücreleri ile sinaps yaparlar. Nucleus tractus solitarii'den başlayan efferent lifler orta düzlemde çapraz yaparak karşı tarafa geçer ve yukarıya doğru yükselerek karşı taraf thalamus'unun nuclei ventrales thalami'sinde ve hypothalamus'un bir kaç çekirdeğinde sonlanır. Thalamus'ta bulunan nöronların aksonları capsula interna ve corona radiata'dan geçerek gyrus postcentralis'in alt bölümünde sonlanır.

Nervus glossopharyngeus'un ganglion superius ile alınan genel duyuların beyin sapına girerek nervus trigemi-



Şekil 11-17 Nervus glossopharyngeus'un dağılımı.

nus'a ait **nucleus spinalis nervi trigemini**'de sonlanması ilginçtir. Arteria carotis communis'in ikiye ayrılma yerinde bulunan bir baroreseptör olan **sinus caroticus**'tan başlayan efferent impulslar da nervus glossopharyngeus ile taşınır. Bu lifler **nucleus tractus solitarii** ve **nucleus dorsalis nervi vagi**'de sonlanır. Sinus caroticus refleksi nervus glossopharyngeus ve nervus vagus ile ilgili olup, arterial kan basıncının düzenlenmesinde rol oynar.

Nervus Glossopharyngeus'un Seyri

Nervus glossopharyngeus medulla oblongata'nın ön-dış yüzünün üst parçasından, oliva ile pedunculus cerebellaris inferior arasında bulunan sulcus retroolivaris'ten bir kaç kök halinde çıkar (Şek. 11-16). Fossa cranii posterior'da dışa doğru ilerleyerek, foramen jugulare'den kafayı terk eder. Nervus glossopharyngeus'a ait ganglion superius ve inferius, foramen jugulare seviyesinde yer alır. Daha sonra boynun üst bölümünde vena jugularis interna ve arteria carotis interna ile birlikte aşağıya doğru seyreden sinir, innerve ettiği musculus stylopharyngeus'un arka kenarına ulaşır. Musculus constrictor pharyngis superior ve medius arasında öne doğru ilerleyerek pharynx mukozasına ve dilin 1/3 arka kısmına duyu liflerini verir (Şek. 11-17).

Nervus Vagus (X. Kranial Sinir)

Nervus vagus motor ve duyusal karakterli bir sinirdir.

Nervus Vagus'un Çekirdekleri

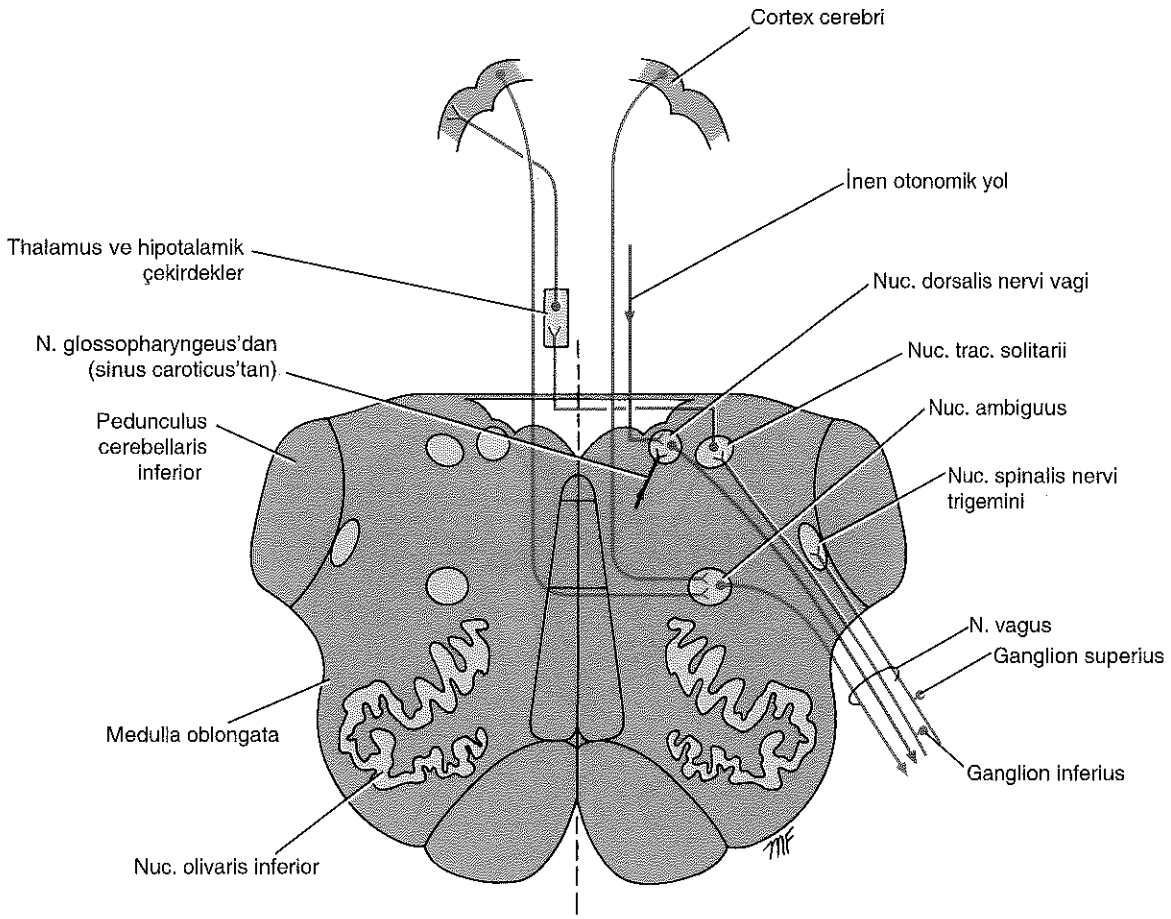
Nervus vagus'un (1) motor (nucleus ambiguus), (2) parasempatik (nucleus dorsalis nervi vagi) ve (3) duyu (nucleus tractus solitarii'nin alt parçası) olmak üzere 3 tane çekirdeği vardır.

Temel Motor Çekirdek

Nucleus ambiguus'un alt parçası tarafından oluşturulan bu çekirdek, medulla oblongata'da formatio reticularis'in derininde yer alır (Şek. 11-18). Tractus corticonuclearis aracılığıyla her iki beyin hemisferinden lifler alır. Bu çekirdekten başlayan efferent lifler pharynx'in konstriktör kasları ve larynx'in intrinsik kaslarını innerve eder (Şek. 11-19).

Parasempatik Çekirdek

Bu çekirdek, nucleus dorsalis nervi vagi olup nucleus nervi hypoglossi'nin arka dış tarafında, dördüncü ventri-



Şekil 11-18 Nervus vagus'un çekirdekleri ve merkezi bağlantıları.

kül tabanının alt bölümünün altında yer alır (Şek. 11-18). Hypothalamus'tan inen otonom yollar ile afferent lifler alır. Bunun yanısıra, nervus glossopharyngeus (sinus caroticus refleksi) ve diğer afferent lifleri de alır. Parasempatik çekirdeğin efferent lifleri bronchus'lan, kalp, oesophagus, mide, ince barsaklar ve colon transversum'un 1/3 distal kısmına kadar kalın barsağın istemsiz kaslarını innerve eder (Şekil 11-19).

Duyusal Çekirdek

Bu çekirdek **nucleus tractus solitarii'**nin alt bölümüdür. Tat duyuları, nervus vagus'a ait ganglion inferius'ta yer alan sinir hücrelerinin periferik uzantıları ile taşınır. Bu hücrelerin santral uzantıları nucleus tractus solitarii'deki sinir hücreleri ile sinaps yapar (Şek. 11-18). Nucleus tractus solitarii'den başlayan efferent lifler orta düzlemde çapraz yaparak yukarıya doğru ilerler ve karşı taraftaki thalamus'un nuclei ventrales thalami isimli çekirdekleri ile hypothalamus'un bir çok çekirdeğinde sonlanır. Thalamus'tan başlayan nöronların aksonları capsula interna ve corona radiata'dan geçerek gyrus postcentralis'te sonlanır.

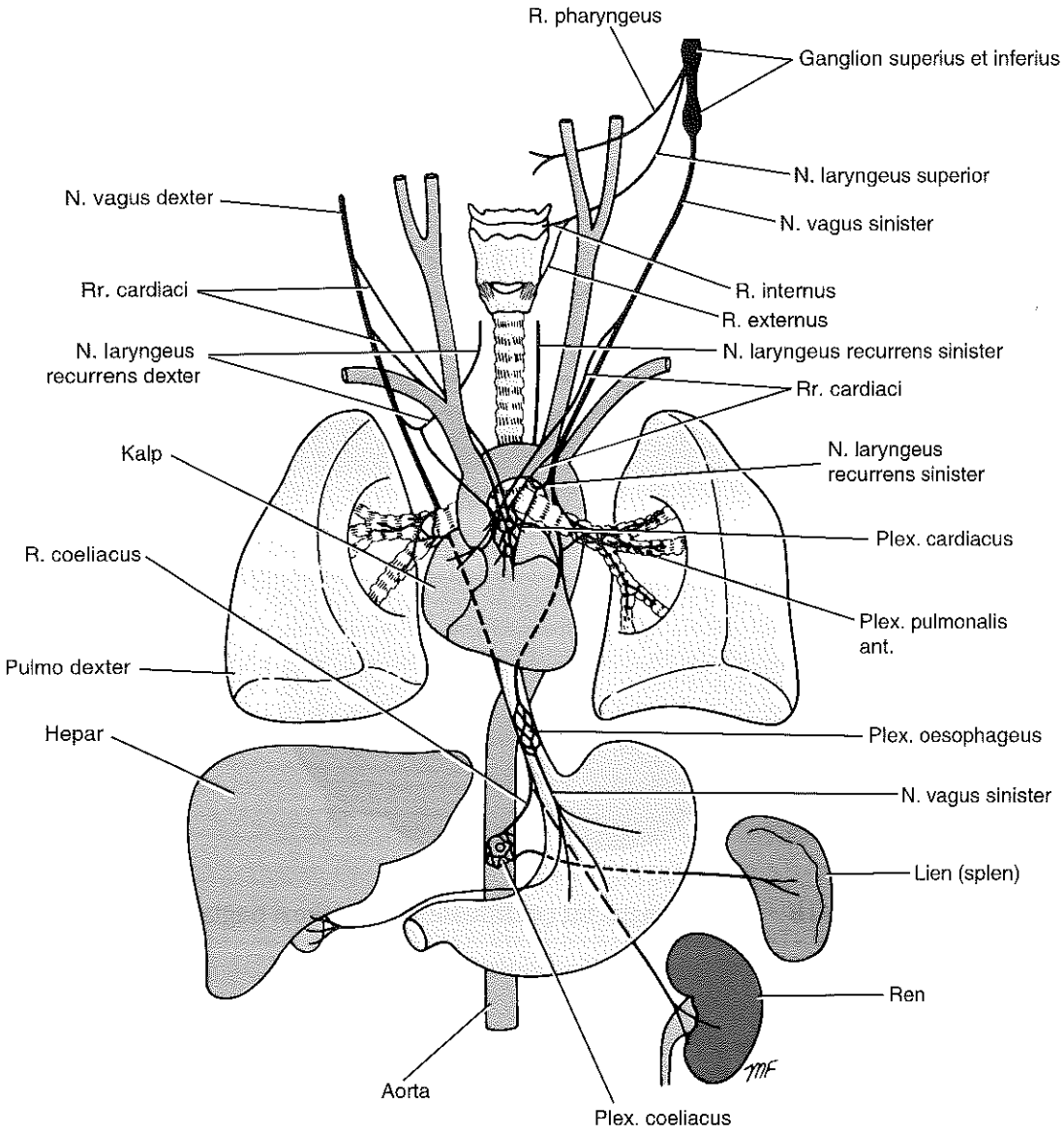
Genel duyu ile ilgili bilgilerin nervus vagus'un ganglion superius'u ile alınıp, nervus trigeminus'a ait **nucleus spinalis nervi trigemini'**ye taşınması ilginçtir.

Nervus Vagus'un Seyri

Nervus vagus, bir kaç kök halinde medulla oblongata'nın üst bölümünün ön-dış yüzünde, pedunculus cerebellaris inferior ile oliva arasındaki sulcus retroolivaris isimli oluktan çıkar (Şek.11-18). Fossa cranii posterior'da dışa doğru seyreden sinir, foramen jugulare'den geçerek kafayı terk eder. Nervus vagus'un biri foramen jugulare içinde yerleşmiş ve yuvarlak olan **ganglion superius** ve biri de hemen foramen jugulare'nin altında bulunan ve silindirik şekilde olan **ganglion inferius** olmak üzere iki tane duyu ganglionu vardır. Nervus accessorius'un radix cranialis'i ganglion inferius'un altında nervus vagus'la birleşir. Radix cranialis, nervus vagus'un ramus pharyngealis ve nervus laryngeus recurrens isimli dalları içinde dağılır.

Nervus vagus boyunda arteria carotis communis, arteria carotis interna ve vena jugularis interna ile birlikte vagina carotica ile sarılı bir şekilde vertikal olarak aşağıya doğru iner.

Sağ nervus vagus thorax'a girdikten sonra sağ radix pulmonis'in arkasından geçip plexus pulmonalis'in yapısına katılır. Daha sonra oesophagus'un arka yüzünde ilerleyerek **plexus oesophagealis**'in yapısına katılır. Diaphragma üzerinde bulunan hiatus oesophageus'tan geçerek abdomen'e ulaşır. Sağ nervus vagus'un oluşturduğu trun-



Şekil 11-19 Nervus vagus'un dağılımı.

cus vagalis posterior, midenin arka yüzünde dağılır ve rami coeliaci isimli büyük dalı duodenum, karaciğer, böbrekler, ince barsak ve colon transversum'un 1/3 alt parçasına kadar kalın barsakları innerve eder. Bu geniş dağılım plexus coeliacus, plexus mesentericus superior ve plexus renalis isimli sinir plexusları yoluyla gerçekleşir.

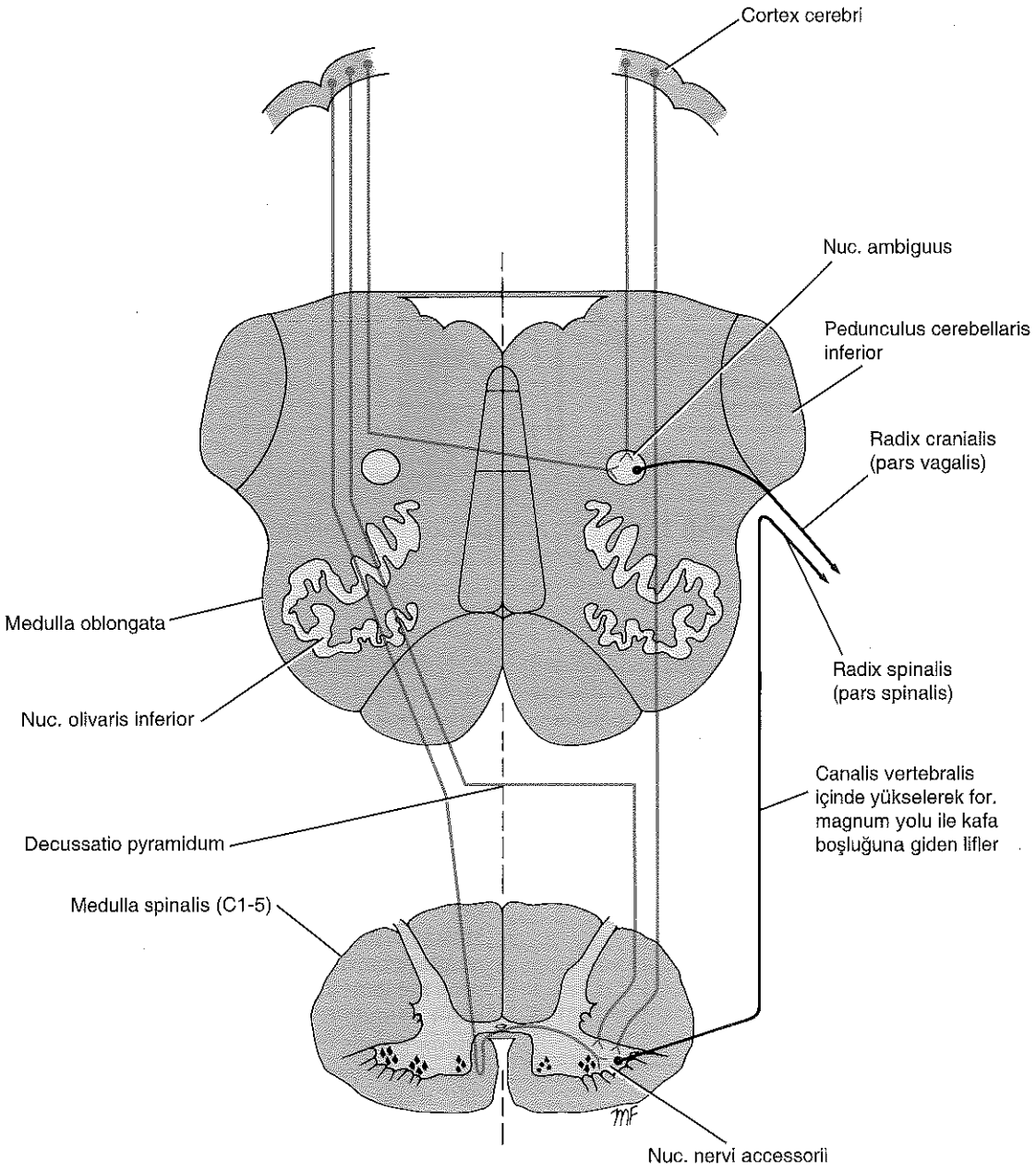
Sol nervus vagus thorax'a girdikten sonra, arcus aortae'nın sol tarafını çaprazlar ve sol radix pulmonis'in arkasında aşağıya doğru inerek **plexus pulmonalis**'in yapısına katılır. Daha sonra sol nervus vagus oesophagus'un ön yüzünde aşağıya doğru inerek **plexus oesophagealis**'in yapısına katılır. Diaphragma üzerinde bulunan hiatus oesophageus'tan geçerek abdomen'e girer. Sol nervus vagus'un oluşturduğu truncus vagalis anterior mide, karaciğer, duodenum'un üst parçası ve pancreas başında dağılan bir çok dala ayrılır.

Nervus Accessorius (XI. Kranial Sinir)

Nervus accessorius, radix cranialis ve radix spinalis isimli iki kökün birleşmesinden oluşan motor bir sinirdir.

Radix Cranialis (Kranial Parça)

Radix cranialis, nucleus ambiguus'ta bulunan sinir hücrelerinin aksonları tarafından oluşturulur (Şek. 11-20). Nucleus ambiguus, tractus corticonuclearis kanalıyla her iki beyin hemisferinden lifler alır. Bu çekirdeğin efferent lifleri medulla oblongata'nın ön yüzünde pedunculus cerebellaris inferior ile oliva arasında bulunan sulcus retroolivaris'ten çıkarlar.



Şekil 11-20 N. accessorius'un kranial-spinal çekirdekleri ve bunların merkezi bağlantıları.

Radix Cranialis'in Seyri

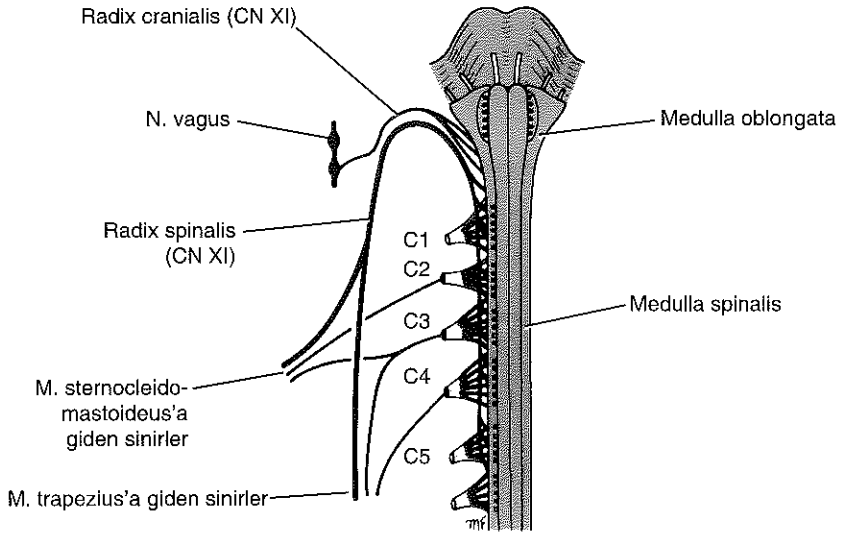
Nervus accessorius, fossa cranii posterior içinde dışa doğru ilerleyerek radix spinalis'le birleşir. İki kök birleştikten sonra foramen jugulare'den geçerek kafatasını terk eder. Kafanın dışında iki kök tekrar ayrılır ve radix cranialis, nervus vagus ile birleşir. Kranial kök, nervus vagus'un ramus pharyngealis ve nervus laryngeus recurrens isimli dalları içinde seyrederek larynx'in intrinsik, pharynx'in konstriktör ve yumuşak damak kaslarında dağılır.

Radix spinalis (Spinal Bölüm)

Radix spinalis, medulla spinalis'in üst beş segmenti içinde, columna grisea anterior'da yer alan nucleus nervi accessorii isimli çekirdeğin sinir hücrelerinin aksonları tarafından oluşturulur (Şek. 11-20). Nucleus nervi accessorii, tractus corticospinalis aracılığıyla her iki beyin hemisferinden lifler alır.

Radix Spinalis'in Seyri

Spinal köke ait lifler, servikal spinal sinirlerin radix anterior ve radix posterior'unun tam ortasında olmak üzere medulla spinalis'ten çıkar. Radix spinalis'e ait lifler birleşerek bir kök halinde yukarıya doğru yükselir ve foramen magnum'dan cavitas cranii'ye girer. Radix spinalis dışa doğru



Şekil 11-21 N. accessorius'un dağılımı.

ilerler ve radix cranialis ile birleşir; foramen jugulare'den geçerek kafa'yı terkeder. Kısa bir seyirden sonra radix spinalis radix cranialis'ten ayrılır; aşağıya ve dışa doğru seyrederek innerve ettiği musculus sternocleidomastoideus'un derin yüzüne girer (Şek. 11-21). Daha sonra trigonum cervicale posterius (trigonum colli laterale)'u çaprazlayarak innerve ettiği musculus trapezius'un altına geçer.

Böylece nervus accessorius, boyunda bulunan iki büyük kas ile yumuşak damak, pharynx ve larynx kaslarının hareketlerini kontrol eder.

Nervus Hypoglossus (XII. Kranial Sinir)

Motor bir sinir olan nervus hypoglossus, dilin bütün intrinsik kaslarının yanında musculus styloglossus, musculus hyoglossus ve musculus genioglossus'u innerve eder.

Nervus Hypoglossus'un Çekirdeği

Nucleus nervi hypoglossi, dördüncü ventrikül tabanının alt bölümünün derininde, orta çizginin hemen yanında yer alır (Şek. 11-22). Bu çekirdek tractus corticonuclearis aracılığıyla her iki beyin hemisferinden lifler alır. **Bununla birlikte musculus genioglossus'un innervasyonundan sorumlu olan sinir hücreleri (Şek. 11-22) tractus corticonuclearis vasıtasıyla yalnızca karşı taraf beyin hemisferinden lifler alır.**

Nervus hypoglossus'un lifleri medulla oblongata içinde öne doğru ilerler, pyramis ve oliva arasındaki oluktan birkaç kök halinde çıkar (Şek. 11-22).

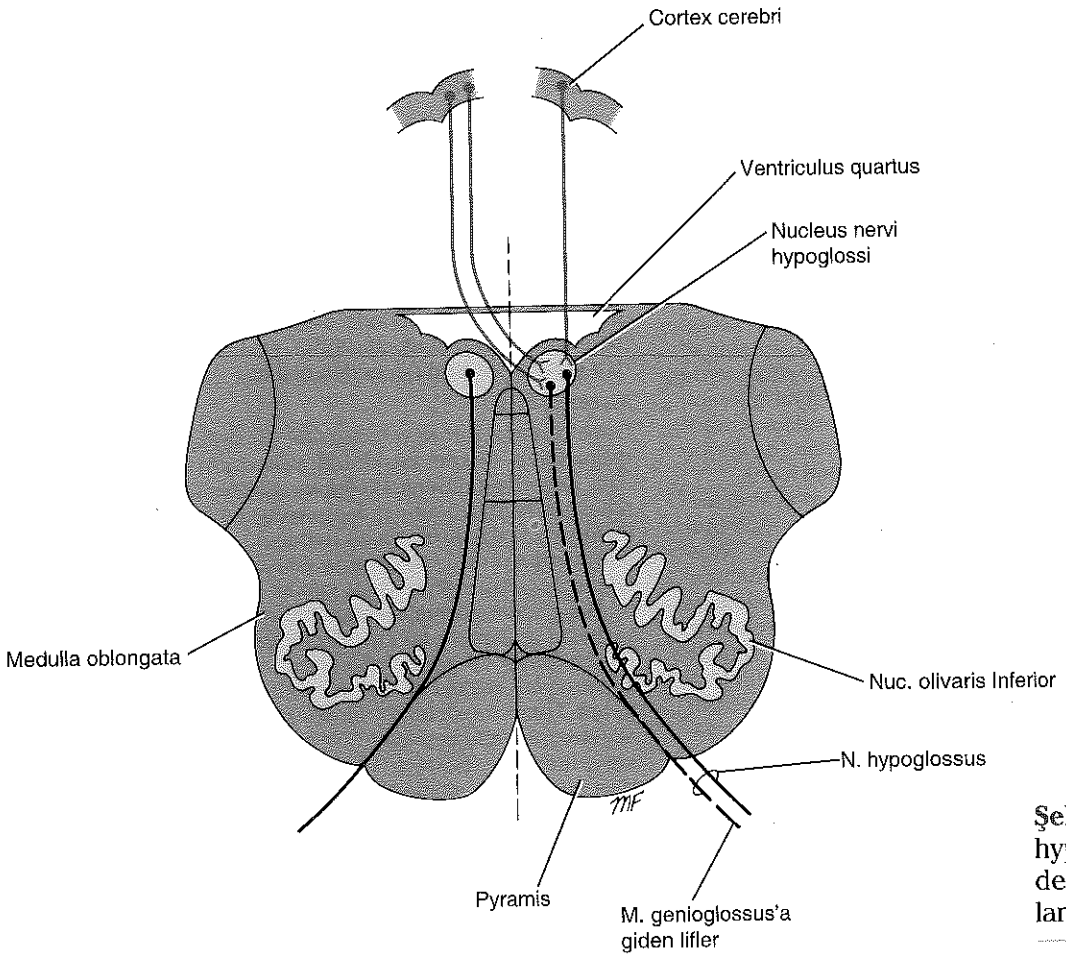
Nervus Hypoglossus'un Seyri

Nervus hypoglossus'un lifleri medulla oblongata'nın ön yüzünde, pyramis ile oliva arasındaki oluktan çıkar (Şek. 11-22). Fossa cranii posterior'u çaprazlayan sinir, canalis nervi hypoglossi içinden geçerek kafatasını terk eder. Musculus digastricus'un venter posterior'unun alt kenarına ulaşıncaya kadar, boyunda arteria carotis interna ile vena jugularis interna arasında aşağıya ve öne doğru seyreder. Burada öne doğru dönerek arteria carotis interna, arteria carotis externa ve arteria lingualis kıvrımını çaprazlar. Musculus hyoglossus'un dış yüzü üzerinde uzanarak, musculus mylohyoideus'un arka kenarının altına doğru ilerler. Daha sonra dil kaslarını innerve edecek olan dallarını verir (Şek. 11-23).

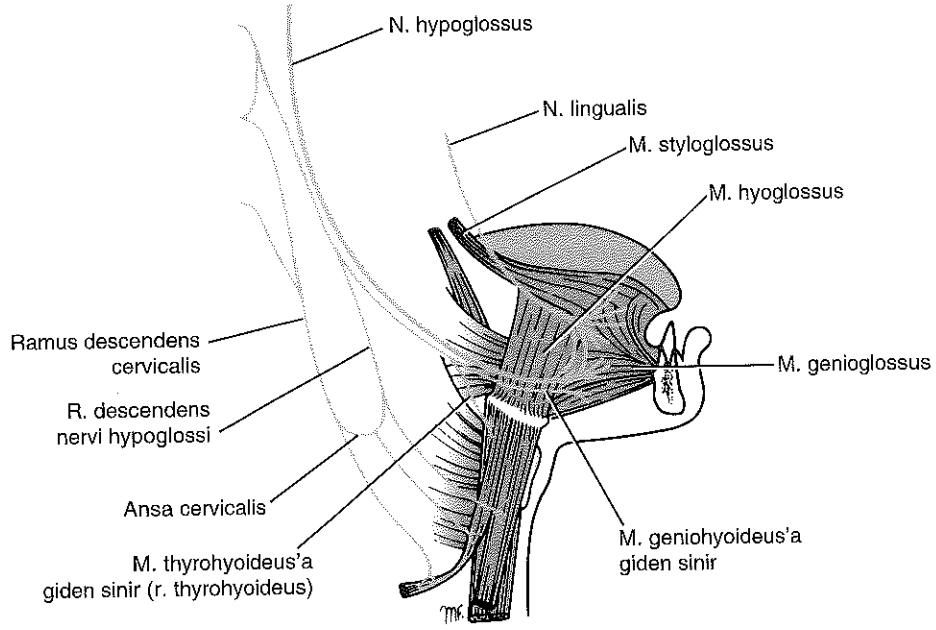
Nervus hypoglossus'un üst parçası plexus cervicalis'ten gelen birinci servikal spinal sinirin lifleri[2] ile birleşir.

Böylece nervus hypoglossus dilin şeklini ve hareketlerini kontrol eder.

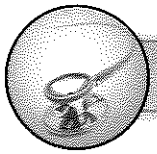
[2]İnce olan servikal sinir lifleri bir süre nervus hypoglossus ile birlikte seyreder, daha sonra nervus hypoglossus'tan ayrılarak boyundaki kasları innerve eder.



Şekil 11-22 Nervus hypoglossus'un çekirdeği ve merkezi bağlantıları.



Şekil 11-23 Nervus hypoglossus'un dağılımı.



KLİNİK BİLGİLER

Genel Bilgiler

12 çift kranial sinir periferik reseptör organlardan beyine bilgi taşır ve uygun motor nöronlarla periferik effektör organlarda değişikliklere neden olur. Ne yazık ki kranial sinirlere ait sinir hücreleri medulla spinalis'te olduğu gibi basit bir düzen içinde yer almamaktadır. Dolayısıyla tıp öğrencileri tarafından öğrenilmeleri bir takım zorluklar içerir. Ancak bu sinir hücreleri bir araya gelerek çekirdekleri oluştururlar ve bu çekirdekler beyin sapı içinde farklı konum ve düzeylerde bulunur. Spinal sinirler somatik afferent, visseral afferent, somatik efferent ve visseral efferent lifler içerirken, kranial sinirler bunlara ilave olarak özel somatik afferent (ör. görme ve işitme) ve özel visseral afferent (ör. tat) lifleri içerir.

Bir önceki bölümde değişik kranial sinirlerin çekirdekleri arasındaki merkezi bağlantıları tartışılırken, basitleştirilmiş bir şekilde ele alınmışlardır. Ancak kranial sinirlerin çekirdekleri arasındaki bağlantılar tam anlamıyla bilinememektedir. Gözlerin larynx ve yüzün ince hareketlerinin oldukça ayrıntılı ve özenli bir biçimde düzenlenmiş kas hareketleri, ve kas tonusunda ince bir kontrol gerektirdiği göz önünde bulundurulursa, çeşitli kranial sinirlerin motor çekirdekleri cerebellum, nucleus ruber, formatio reticularis ve corpus striatum'dan medulla spinalis'in alt motor nöronları gibi uyarılar aldığı kabul edilmektedir.

Klinik açıdan 3 önemli nokta göz önünde bulundurulmalıdır:

1. Nucleus nervi facialis'in yüzün alt bölümündeki kasları ve musculus genioglossus'u innerve eden nucleus nervi hypoglossi'nin ilgili parçası **hariç** bütün kranial sinirlerin motor çekirdekleri, tractus corticonuclearis yolu ile bilateral olarak cortex cerebri'ye bağlanırlar.
2. Duyusal afferent lifler içeren kranial sinirlere ait nöronların gövdeleri, bu sinirler üzerinde yer alan ganglionlarda bulunur. Kranial sinirlere ait duyu ganglionları, arka kök ganglionuna eşdeğerdir. Nervi olfactorii'de ise regio olfactoria'da bulunan bipolar nöronlar koku reseptörü işlevi görür.
3. Kranial sinirlerin çekirdeklerinin birbirine çok yakın bulunmaları durumunda bir hastalığın yalnız bir çekirdeği etkilemesi çok seyrektir. Örneğin nucleus ambiguus hücreleri etkilediğinde bu çekirdek nervus glossopharyngeus, nervus vagus ve nervus accessorius'un radix cranialis'i ile ilgili olduğundan her üç sinire ilişkin ortak fonksiyon kaybı görülür.

Kranial Sinirlerin Klinik Muayenesi

Oniki kranial sinirin sistematik muayenesi, her nörolojik hasta muayenesinin önemli bir bölümünü oluşturur. Bu tür bir muayene, kranial sinirin çekirdeğinde veya santral bağlantılarındaki bir lezyonu veya alt motor nöronlarındaki bir kesintiyi ortaya çıkarır.

Nervus Olfactorius

Önce nazal pasajın (burundaki hava yolunun) açık olduğu ortaya konulmalıdır. Daha sonra sırasıyla her bir burun deliğine nane yağı, karanfil yağı veya tütün gibi kokuları kolay tanınan maddeleri uygulayın. Hastaya herhangi bir koku alıp almadığını sorun; sonra hastadan kokuyu tanımlamasını isteyin. Gıdaların lezzetinin tat duyusuna değil, koku duyusuna bağlı olduğu hatırda tutulmalıdır.

Sık soğuk algınlığı veya allejik rinit, regio olfactoria mukozasını etkileyerek **bilateral anosmia**'ya sebep olur. **Unilateral anosmia**, nervi olfactorii, bulbus olfactorius veya tractus olfactorius'u etkileyen bir hastalık sonucu ortaya çıkar. Tek bir tarafın koku merkezindeki bir lezyon, her bir tractus olfactorius içinde yer alan sinir liflerinin her iki beyin hemisferine dağılmasından dolayı tam bir anosmiye neden olmaz. Lamina cribrosa ossis ethmoidalis'i tutan fossa cranii anterior kırıkları nervus olfactorius yırtıklarına neden olabilir. Fossa cranii anterior'da beynin frontal lobunda oluşan serebral tümörler ya da meningioma'lar bulbus olfactorius ya da tractus olfactorius'a bası yaparak anosmia'ya neden olabilir.

Nervus Opticus

Önce hastaya görme yeteneğinde bir değişiklik olup olmadığını sorun. **Görme keskinliği**, yakın ve uzak görüş açısından değerlendirilmelidir. Yakını görme hastaya standart muayene kartları okutularak muayene edilir. Her bir göz gözlüklü ya da gözlüksüz olarak ayrı ayrı muayene edilir. Uzağı görme muayenesi, hastanın yaklaşık 6 metre mesafeden Snellen posterini okumasıyla yapılır.

Daha sonra **görme alanları** muayene edilmelidir. Hekim ve hasta aralarında 60 cm olacak şekilde yüz yüze oturur. Hekim kendi sol gözünü kapatarak hastaya da sağ gözünü kapatmasını söyler. Hastadan hekimin sağ gözünün pupilla'sına bakması istenir. Daha sonra küçük bir cisim görme alanının periferi çevresinde bir kavis yapacak şekilde hareket ettirilir ve hastaya cismi görüp görmediği sorulur. Hastanın görme alanının kapsamı, hekimin normal görme alanı ile karşılaştırılır. Daha sonra diğer göz muayene edilir. Görme alanının merkezindeki bir görme kaybı çok önemlidir (central scotoma).

Görme Yolu Lezyonları

Görme yolu lezyonlarının pek çok patolojik nedenleri vardır. Bu işten genellikle beyin ve hipofiz bezi ya da beyin zarları gibi komşu organların büyüyen tümörleri ve serebrovasküler yaralanmalar sorumludur. Nervus opticus veya tractus opticus'ta olduğu gibi görme yolu ile ilgili sinir lifleri birbirine çok yakın seyreder, bundan ötürü buraların etkilenmesi durumunda yaygın görme lezyonları ortaya çıkar.

Dairesel Körlük

Optik nöritis ya da histeri bu lezyona neden olabilir (Şek. 11-24 [1]). Enfeksiyonun sinus sphenoidalis ve sinus ethmoidalis'ten canalis opticus içinde seyrederek cavitas orbitalis'e giren nervus opticus'a sıçraması sonucu optik nöritis oluşabilir.

Bir Gözün Tam Körlüğü

Bir gözün tam körlüğü bir nervus opticus'un tam kesisi sonucu oluşur (Şek. 11-24 [2]).

Nasal Hemianopia

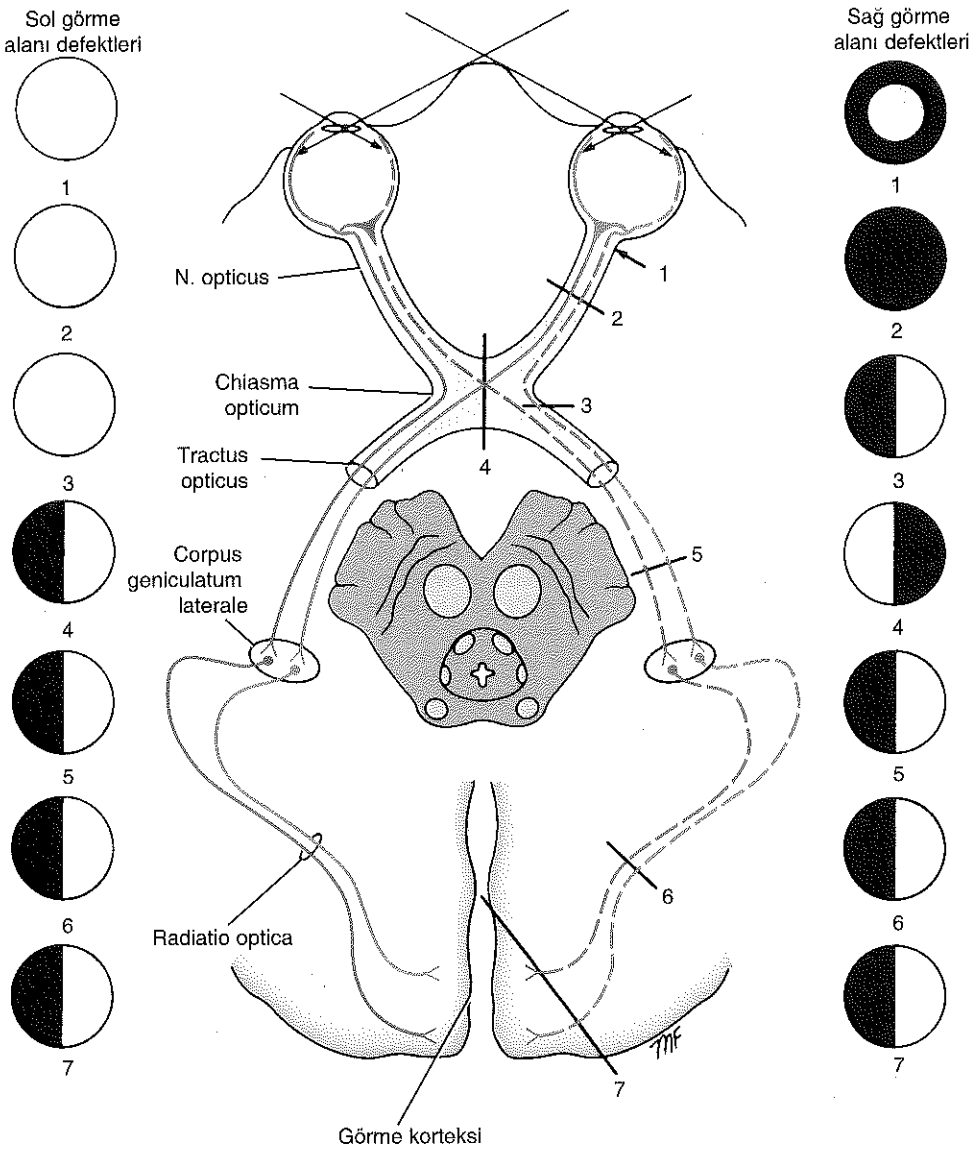
Nasal hemianopia chiasma opticum'un dış tarafında kısmi bir lezyon sonucu ortaya çıkar (Şek. 11-24 [3]).

Bitemporal Hemianopia

Bitemporal hemianopia, chiasma opticum'daki sagittal bir keside ortaya çıkar. (Şek. 11-24 [4]). Bu olay genellikle hipofiz bezi tümörlerinin chiasma opticum üzerine bası yapması sonucu oluşur.

Kontralateral Homonim Hemianopia

Kontralateral homonim hemianopia, tractus opticus veya radiatio optica'nın kesisi veya bir tarafta görme merkezinin tahribi sonucu oluşur. Bu lezyon homonim hemianopia diye isimlendirilen her iki gözde aynı hemianopia'ya neden olur. (Şek. 11-24 [5, 6 ve 7]). Örneğin sağ tractus opticus kesintiye uğrarsa, sol temporal hemianopia ve sağ nasal hemianopia oluşacaktır.



Şekil 11-24 Görme yollarının lezyonlarına bağlı görme alanı defektleri. **1.** Retrobulber nörite bağlı sağ tarafta dairesel körlük. **2.** Sağ n. opticus'un kesisine bağlı sağ gözde tam körlük. **3.** Chiasma opticum'un sağ tarafının parsiyel lezyonu nedeniyle sağ nazal hemianopia. **4.** Chiasma opticum'un tam kesisi nedeniyle bitemporal hemianopia. **5.** Sağ tr. opticus'un lezyonuna bağlı olarak sağ nazal ve sol temporal hemianopia. **6.** Sağ radiatio optica lezyonuna bağlı sağ nazal ve sol temporal hemianopia. **7.** Sağ görme korteksi lezyonuna bağlı sağ nazal ve sol temporal hemianopia.

Göz Dibi Muayenesi

Göz dibi oftalmaskop yardımıyla muayene edilmelidir. Hastadan uzak mesafede bulunan bir cisme bakması istenir. Sağ göz muayene edilirken hekim sağ gözünü kullanmalı ve oftalmoskobu sağ eliyle tutmalıdır. Hekim, önce discus nervi optici'yi daha sonra sırasıyla retina, kan damarları ve son olarak macula lutea'ya bakarak göz dibini sistematik olarak muayene etmelidir.

Discus nervi optici pembemsi renkte olup, dış kenarları belirgin bir şekilde görülür. Diskin merkezi soluk ve çukurcadır.

Retina kırmızımsı pembe renkte olup, kan ve eksuda içermez.

Kan damarları dört ana arter ve onlara eşlik eden venlerden oluşur. Arterio-venöz çaprazlaşmalar dikkatli bir şekilde incelenmelidir. Venler arterler tarafından çaprazlanmamalıdır.

Macula lutea muayenesi için hastadan direkt olarak oftalmoskopun ışığına bakması istenir. Macula lutea çevresini saran retina'dan hafifçe koyu olarak görülmelidir.

Dış Göz Kaslarının Muayenesi

Dış göz kasları (ekstraoküler kaslar) muayene edilirken, hastanın başı sabit olmalıdır. Hastadan gözlerini sırasıyla sola, sağa, yukarıya ve aşağıya doğru olmak üzere her yöne, olabildiğince hareket ettirmesi istenir. Daha sonra hastadan yukarıya – dışa, yukarıya – içe, aşağıya – içe ve aşağıya – dışa bakması istenir.

Akkomodasyon ile direkt ve indirekt ışık refleksleri muayene edilmelidir. Pupilla refleksleri ile ilgili sinir yolları sayfa 338'de açıklanmıştır.

Nervus Oculomotorius

Nervus oculomotorius, m. rectus lateralis ve m. obliquus superior hariç bütün dış göz kaslarını innerve eder. Aynı zamanda musculus levator palpebrae superioris ile akkomodasyondan sorumlu düz kaslar olan musculus sphincter pupillae ve m. ciliaris'i innerve eder.

Nervus oculomotorius'un tam felcinde, göz yukarıya, aşağıya veya içe doğru hareket ettirilemez. Bu durumda istirahat halindeki göz musculus rectus lateralis'in aktivitesine bağlı olarak dışa (external strabismus) ve musculus obliquus superior'un aktivitesine bağlı olarak da aşağıya bakar. Hasta çift görür (diplopia). Musculus levator palpebrae superioris'in felcinden dolayı üst göz kapağı aşağıya doğru düşer (ptosis). Musculus sphincter pupillae'nın felcine ve musculus dilatator pupillae (sempatik liflerle innerve edilir)'nın aktivitesine bağlı olarak pupilla ileri derecede genişler ve ışığa reaksiyon vermez. Gözler akkomodasyon yapamaz.

Nervus oculomotorius'un kısmi felçleri sık görülür ve bu felçler dış veya iç göz kaslarının işlevlerinde herhangi bir azalmaya neden olmayabilir. Dış göz kaslarının innervasyonunda herhangi bir bozukluğun olmadığı, ancak m. ciliaris ve m. sphincter pupillae'nın otonomik innervasyonundaki selektif bir azalma durumu **internal oftalmopleji** olarak isimlendirilir. M. ciliaris ve m. sphincter pupillae'nın normal olarak innerve edildiği, fakat dış göz kaslarının felç olması durumu **external oftalmopleji** olarak isimlendirilir.

Otonom parasempatik lifler nervus oculomotorius'un yüzeyine yakın olarak seyreder. Herhangi bir bası durumunda otonom lifler somatomotor liflerden daha önce etkilenir. Hastalığın özelliği de farklı bulguların ortaya çıkmasında rol oynar. Örneğin diabetes mellitus'a bağlı sinir tutulumlarında (diabetik nöropati) dış göz kasları felç olmasına karşın, otonomik liflerde herhangi bir tutulum söz konusu değildir.

Diabetes mellitus, anevrizmalar, tümörler, travmalar, inflamasyonlar ve vasküler hastalıklar nervus oculomotorius'u en fazla etkileyen durumlardır. Sayfa 220'de yer alan nervus oculomotorius'un mesencephalon'daki lezyonlarına bakınız (Benedikt sendromu).

Nervus Trochlearis

Nervus trochlearis gözü aşağıya ve dışa çeviren musculus obliquus superior isimli göz kasını innerve eder.

Nervus trochlearis lezyonlarında her iki gözün görüntüsü birbirinden kısmen ayrıldığından hasta aşağıya baktığında çift görmeden şikayet eder. Çift görmenin nedeni musculus obliquus superior'un paralizisi ve gözün aşağıya döndüğü kadar içe dönmesidir. Aslında hasta gözünü aşağıya ve dışa çevirmekte zorlanır.

Baş yaralanmalarının komplikasyonu olarak gerilme veya ezilme (nervus trochlearis ince ve uzun bir sinirdir), sinus cavernosus trombozu, arteria carotis interna anevrizması ve mesencephalon'un dorsal bölümünün vasküler lezyonları nervus trochlearis'i en çok etkileyen durumlardır. Nervus trochlearis'in mesencephalon'daki lezyonları için sayfa 219 ve 220'ye bakınız.

Nervus Abducens

Nervus abducens gözü dışa çeviren musculus rectus lateralis isimli göz kasını innerve eder. Nervus abducens lezyonu olan bir hasta gözünü dışa çeviremez. Musculus rectus lateralis paralizisi olan bir hasta tam karşıya baktığında, felçli tarafın musculus rectus medialis'i göz küresini içe doğru çekerek **internal strabismus'a** neden olur. Bu olguda çift görme de vardır.

Kafa travmalarına bağlı hasar (nervus abducens ince ve uzun bir sinirdir), sinus cavernosus trombozu veya arteria carotis interna anevrizması ve pons'un vasküler lezyonları nervus abducens lezyonlarına neden olur.

Internuclear Ophthalmoplegia

Fasciculus longitudinalis medialis lezyonlarında musculus rectus medialis'i innerve eden nucleus nervi oculomotorii ile musculus rectus lateralis'i innerve eden nucleus nervi abducentis arasındaki bağlantı kesilir. Hastadan sağa yada sola doğru bakması istendiğinde, musculus rectus lateralis ipsilateral olarak kasılır, göz dışa çevrilir, fakat karşı tarafın musculus rectus medialis'i kasılamaz ve göz direkt karşıya bakar.

Beyin sapı tümörleri veya travma, tıkayıcı damar hastalığı, multiple sclerosis bilateral internükleer oftalmoplejiye neden olabilir. Arteria basilaris'in küçük bir dalının infarktı sonucu ünilateral internükleer oftalmopleji oluşabilir.

Nervus Trigeminus

Nervus trigeminus'un radix sensoria ve radix motoria isimli iki kökü vardır. Radix sensoria ganglion trigeminale (ganglion semilunare)'den geçer, nervus ophthalmicus (V1), nervus maxillaris (V2) ve nervus mandibularis'i (V3) kapsar. Radix motoria nervus mandibularis'e katılır.

Duyu işlevleri bir pamuk parçası ve bir toplu iğne kullanılarak nervus trigeminus'un dallarının yüzü innerve ettiği alanlarda kontrol edilebilir (Şek. 11-9). Çok az dermatom üst üste çakışır ve angulus mandibulae'yı örten deri plexus cervicalis'ten gelen bazı dallar tarafından innerve edilir (C2 ve C3). Nervus ophthalmicus'un lezyonlarında kornea ve konjunktiva dokunmaya karşı duyarsız olabilir.

Motor işlevlerin muayenesi için hastadan dişlerini sıkması istenir. Musculus masseter ve musculus temporalis palpe edilebilir ve kasılma sonucu sertleştikleri hissedilir.

Trigeminal Nevralji

Yüzde hissedilen ve nervus trigeminus'un ağrı liflerini tutan, bıçak saplanır tarzda ve çok şiddetli olan bu ağrının nedeni bilinmemektedir. Trigeminal nevraljiye bağlı ağrı genellikle nervus trigeminus'un dalları olan nervus mandibularis ve nervus maxillaris tarafından innerve edilen deri alanlarında hissedilir. Bu ağrı nadiren nervus ophthalmicus'un innerve ettiği deri alanında hissedilir.

Nervus Facialis

Nervus facialis glandula sublingualis, glandula submandibularis ve glandula lacrimalis'e sekretomotor lifler gönderir; dilin 2/3 ön kısmından tat duyularını alır ve yüzün mimik kaslarını innerve eder.

Nervus facialis'in muayenesi için hastadan dişlerini sıkıp dudaklarını birbirinden ayırarak dişlerini göstermesi istenir. Normal olarak her iki tarafın üst ve alt dişleri eşit olarak görülür. Eğer bir tarafta nervus facialis lezyonu bulunursa ağız çarpılır. Ağız sağlam tarafa doğru çekileceğinden sağlam taraftaki dişlerin büyük bir bölümü görülür. Bir başka kullanışlı muayene yönteminde ise hastadan her iki gözünü sıkıca kapatması istenir. Daha sonra hekim hastanın üst göz kapaklarını

kaldırmak suretiyle gözlerini açmaya çalışır. Lezyonun bulunduğu tarafta musculus orbicularis oculi paralize olduğundan lezyon tarafındaki üst göz kapağı kolaylıkla kaldırılabilir.

Dilin her iki yarımının 2/3 ön tarafındaki tat duyusu, küçük bir miktar şeker, tuz, sirke ve kinin uygulamak suretiyle tatlı, tuzlu, ekşi ve acı duyuları doğrultusunda muayene edilir.

Nervus Facialis Lezyonları

Nervus facialis beyin sapı ile yüz arasındaki uzun seyri boyunca herhangi bir yerinde yaralanabilir veya fonksiyon kaybına uğrayabilir. Diğer yapılar ile olan anatomik komşuluğu lezyon yerinin belirlenmesine yardımcı olur. Eğer nervus abducens (musculus rectus lateralis'i innerve eder) ve nervus facialis fonksiyonel değilse, bu durum bize lezyonun pons'ta olduğunu gösterir. Eğer nervus vestibulocochlearis (işitme ve denge siniri) ve nervus facialis fonksiyonel değilse, bu durumda lezyon meatus acusticus internus'un içindedir. Eğer hastanın bir kulağında sese karşı aşırı duyarlılık varsa, lezyon canalis facialis içinde nervus facialis'ten ayrılan ve musculus stapedius'u innerve eden nervus stapedius'tadır.

Dilin 2/3 ön kısmında tat duyusu kaybı, nervus facialis'in canalis facialis içerisinde chorda tympani dalını verdiği yerin üst tarafında hasara uğradığını gösterir.

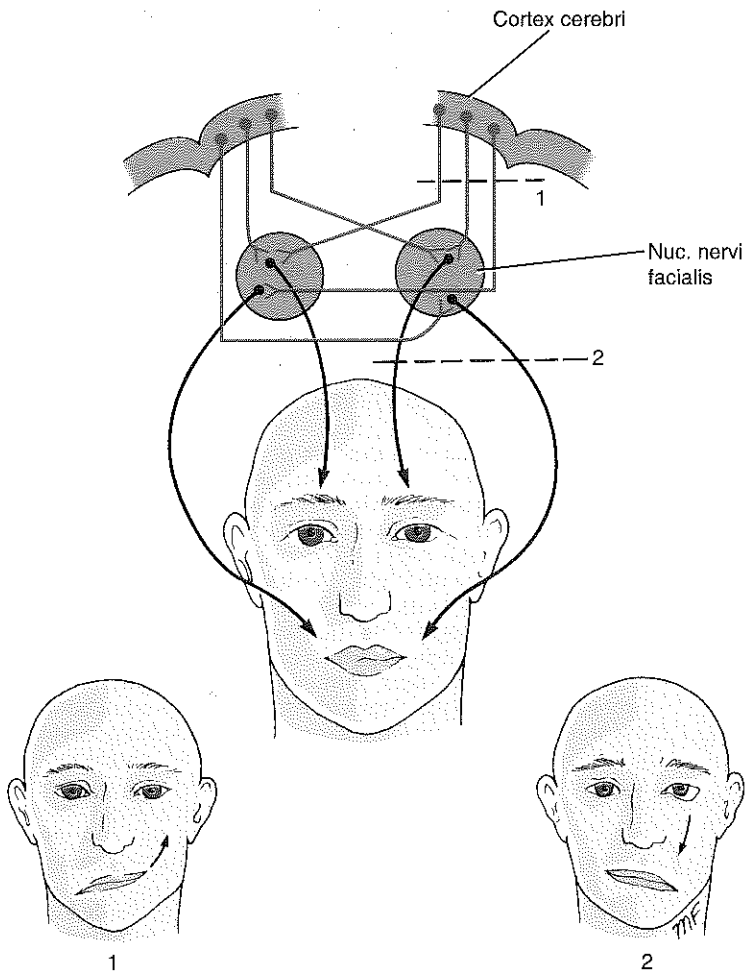
Glandula parotidea'daki sert şişlik, nervus facialis'in fonksiyonundaki azalmayla birlikte görülürse bez içerisinde nervus facialis'i de tutan glandula parotidea kanserini gösterir.

Derin yüz yaralanmaları nervus facialis'in dallarını etkileyebilir.

Yüzün üst bölümünde bulunan kasları innerve eden nervus facialis'in motor çekirdeğinin üst parçası, her iki beyin hemisferinden tractus corticonuclearis yolu ile lifler alır. Böylece üst motor nöron lezyonunda yüzün yalnızca alt bölümündeki kaslar paralize olacaktır (Şek. 11-25). Bir hastada yalnız karşı beyin hemisferinden çaprazlaşmış lif alan nervus facialis'in motor çekirdeğinin alt parçasında veya nervus facialis'in kendisinde bir lezyon olursa buna alt motor nöron lezyonu denilir. Bu durumda yüzün etkilenen tarafındaki bütün kaslar felç olacaktır (Şek. 11-25). Alt göz kapağı aşağı doğru düşecek ve ağız köşesi aşağı doğru sarkacaktır. Göz yaşları alt göz kapağından aşağı doğru akacak ve ağız köşesinden de salya akacaktır. Hasta etkilenen tarafta gözünü kapatamayacak ve yine etkilenen tarafta dişlerini tam olarak gösteremeyecektir. Hemiplejili hastalarda yüzün emosyonel hareketleri genellikle korunur. Bu durum **mimik hareketleri** kontrol eden üst motor nöronların esas tractus corticobulbaris liflerinden ayrı bir yol izlediğini gösterir. Bu ayrı yolu tutan lezyonlarda emosyonel hareketlerde kayıp olur, fakat istemli hareketler korunur. Daha yaygın bir lezyon hem mimik hem de istemli fasial paraliziye neden olacaktır.

Bell Paralizisi

Bell paralizisi nervus facialis'in canalis facialis içerisinde ve genellikle unilateral olarak işlev kaybına uğramasına denilir. Bell paralizisi olan tarafta nervus facialis'in işlev yapmadığı görülür.



Şekil 11-25 Üst ve alt motor nöron lezyonlarında gözlenen yüz ifadeleri. Üst motor nöronlar **(1)**, alt motor nöronlar **(2)**.

Nervus facialis'in canalis facialis içerisinde şişmesi sinir lifleri üzerinde basınca neden olur. Bunun sonucunda sinir işlevlerinin kaybına bağlı olarak fasial paralizinin alt motor nöron tipi ortaya çıkar. Bell paralizisinin nedeni bilinmemektedir. Bazen yüzün soğuk havaya maruz kalması sonucu ortaya çıkabilir.

Nervus Vestibulocochlearis

Nervus vestibulocochlearis dengedeki statik değişikliklere duyarlı olan utriculus ve sacculus'u, dinamik dengedeki değişikliklere duyarlı olan canales semicirculares'i ve sese duyarlı olan cochlea'yı innerve eder.

Nervus Vestibularis'in Fonksiyon Bozuklukları

Vertigo ve **nistagmus**, nervus vestibularis'in fonksiyon bozukluklarıdır (Sayfa 245'e bakınız). Vestibular nistagmus, gözlerin kontrol edilemeyen ritmik sarkaç gibi hareketleridir. Bu hareket sırasında hızlı faz lezyonun aksi tarafına doğru yapılır. Nistagmusun bu formu normalde canalis semicircularis'lerin fonksiyonu olarak nitelenen dış göz kaslarının refleks kontrolundaki bir düzensizlik olarak tanımlanabilir. Normalda canalis semicircularis'lerden başlayan refleks uyarılar nervus vestibularis, nuclei vestibularis, ve fasciculus longitudinalis medialis aracılığı ile dış göz kaslarının innervasyonundan sorumlu olan üçüncü, dördüncü ve altıncı kranial sinirlerin nukleuslarına ulaşır. Cerebellum kas hareketlerinin koordinasyonuna yardım eder.

Vestibular fonksiyon **kalorik testlerle** incelenebilir. Bu amaçla dış kulak yolu ısısı yükseltilip düşürülerek canalis semicircularis'ler (özellikle canalis semicircularis lateralis) içindeki endolenfa'da konveksiyon dalgaları oluşturulur ve nervus vestibularis sinir sonlanmaları stimule edilir.

Labirent hastalıkları baş dönmesine neden olur. Meniere hastalığı buna örnek gösterilebilir. Nervus vestibularis, nuclei vestibulares ve cerebellum lezyonları da buna neden olabilir. Multiple sclerosis, tümörler ve beyin sapının vasküler lezyonları da vertigo'ya neden olur.

Nervus Cochlearis'in Fonksiyon Bozuklukları

Nervus cochlearis'in fonksiyon bozuklukları sağırlık ve kulak çınlaması (tinnitus) olarak ele alınabilir. Hastanın işitme yeteneği kulağına fısıldayarak yada bir diyapozon kullanılarak değerlendirilebilir. Bu muayene sırasında her bir kulak ayrı ayrı incelenmelidir.

Orta kulaktaki ses iletim mekanizmasındaki bir defekt, cochlea'da bulunan Corti organındaki reseptör hücrelerin harabiyeti, nervus cochlearis'in lezyonu, santral işitme yollarında veya lobus temporalis cortex'indeki bir defekt işitme kaybına neden olabilir.

Méniére hastalığı, akut labirintitis, travmaya bağlı baş yaralanması iç kulak lezyonlarını kapsar. **Tümör (akustik nöroma)** ve **travma** nervus cochlearis lezyonlarını kapsar. **Mesencephalon tümörleri** ve **multiple sclerosis** santral sinir sistemindeki lezyonlardır. Yalnızca bilateral temporal lob lezyonları sağırlığa neden olur.

Nervus Glossopharyngeus

Nervus glossopharyngeus m. stylopharyngeus'u innerve eder ve glandula parotidea'ya sekretomotor lifler gönderir. Duyu lifleri dilin 1/3 arka kısmından tat ve genel duyuyu alır.

Bu sinirin işlevlerini yerine getirip getirmediği hastanın dilinin 1/3 arka bölümündeki genel ve tat duyularının muayenesi ile değerlendirilebilir.

Nervus glossopharyngeus'un lezyonları tek başına nadir olarak görülür. Genellikle nervus vagus tutulumu da vardır.

Nervus Vagus

Nervus vagus bir çok önemli organı innerve eder. Ancak sinir pharynx, yumuşak damak ve larynx'i innerve eden dallarının işlevlerine bakılarak muayene edilebilir. **Faringeal** ya da **öğürme refleksi** pharynx'in dış duvarına bir spatula ile dokunmak suretiyle değerlendirilebilir. Bu uygulama sırasında pharynx kasları kasılarak, hastada öğürmeye neden olacaktır. Pharyngeal refleksle ilgili afferent nöron nervus glossopharyngeus içinde seyreder. Efferent nöronlar ise nervus glossopharyngeus (m. stylopharyngeus'a giden lifler) ve nervus vagus (pharynx'in konstriktör kaslarına giden lifler) içinde seyreder. Nervus vagus'un tek taraflı lezyonlarında, lezyon tarafında öğürme refleksi çok az olur veya hiç olmaz.

Yumuşak damağın innervasyonunun muayenesi için hastaya "ah" demesi söylenir. Bu sırada yumuşak damak yukarı doğru yükselir ve uvula orta çizgi üzerinde arkaya doğru hareket eder.

Musculus cricothyroideus isimli larynx kası, nervus vagus'un dalı olan nervus laryngeus superior'un ramus externus'u tarafından innerve edilir. Bu kasın dışındaki bütün larynx kasları nervus vagus'un nervus laryngeus recurrens isimli dalı tarafından innerve edilir. Nervus vagus'un felci sonucunda ses kısıklığı yada sesin hiç çıkmaması bir semptom olarak ortaya çıkar. Larynx plica vocalis'lerin laryngoskopik muayenesi ile değerlendirilir. Fossa cranii posterior'da nervus vagus'u tutan lezyonlar genellikle nervus glossopharyngeus, nervus accessorius ve nervus hypoglossus'u da tutar.

Nervus Accessorius

Nervus accessorius'un radix spinalis'i musculus trapezius ve musculus sternocleidomastoideus'u innerve eder. Musculus sternocleidomastoideus'un muayenesi için hastadan dirence karşı başını çevirmesi istenir, bu hareket karşı tarafın musculus sternocleidomastoideus'unun kasılmasına neden olur. Daha sonra hastadan omuzlarını yukarıya doğru kaldırması istenir. Bu hareket sonucunda musculus trapezius'lar kasılır.

Nervus accessorius'un radix spinalis'indeki lezyonlar musculus sternocleidomastoideus ve musculus trapezius'ta felce neden olacaktır. Musculus sternocleidomastoideus'ta atrofi gelişecek ve başı karşı tarafa çevirmede zayıflama olacaktır. Keza musculus trapezius'ta da atrofi gelişecek ve lezyonun bulunduğu taraftaki omuz aşağıya düşecektir. Yine lezyon tarafında kolun horizontal düzey seviyesinin üzerine kaldırılmasında zorluk çekilecektir.

Nervus accessorius'un radix spinalis'ine ait lezyonlar, tümörler, boyundaki bıçak veya kurşun yaralanmalarından ötürü sinirin seyri boyunca herhangi bir yerde ortaya çıkabilir.

Nervus Hypoglossus

Nervus hypoglossus dilin intrinsik (iç) kasları ile m. styloglossus, m. hyoglossus ve musculus genioglossus'u innerve eder. Sinirin muayenesi için hastadan dilini dışarı doğru çıkarması istenir. Eğer hastada alt motor nöron lezyonu varsa dil felçli tarafa doğru deviye olacaktır. Lezyon tarafında atrofiden dolayı dil küçük olarak görülecektir. Büzüşme atrofiye eşlik edebileceği gibi daha ön plana da geçebilir. Nucleus nervi hypoglossi'nin büyük bir bölümünün tractus corticonuclearis aracılığıyla her iki beyin hemisferinden lifler aldığı hatırda tutulmalıdır. Bununla birlikte nucleus nervi hypoglossi'nin musculus genioglossus'u innerve eden bölümü tractus corticonuclearis kanalıyla yalnızca karşı beyin hemisferinden lifler alır. Eğer bir hastada tractus corticonuclearis lezyonu varsa, dilde atrofi veya fibrilasyon görülmeyecek ve dil dışarıya doğru çıkarıldığında lezyonun karşı tarafına doğru deviye olacaktır (musculus genioglossus'un dili öne doğru hareket ettirerek ağızdan dışarı doğru çıkaran kas olduğunu aklınızda bulundurun).

Nervus hypoglossus seyri boyunca herhangi bir yerde lezyona uğrayabilir ki; tümörler, demyelinizasyona neden olan hastalıklar, syringomyelia, ve vasküler travmalar lezyona neden olabilecek başlıca etkenlerdir. Sinir boyuna yönelik bıçak yada kurşun yaralanmaları sonucunda da lezyona uğrayabilir.

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ

1. 60 yaşında bir kadın hasta aniden gelişen bir "çift görme" yakınmasıyla hastaneye baş vurmuştur. Hasta yakınmasının bir gün önce en sevdiği televizyon programını izlerken ortaya çıktığını söylemektedir ve herhangi bir başka yakınması bulunmamaktadır. Yapılan ayrıntılı fizik muayene sırasında dinlenme durumundayken hastanın sağ gözünün içe doğru kaydığı ve bu gözünü dışa doğru çeviremediği gözlenmiştir. Yapılan idrar tahlilinde oldukça fazla miktarda glukoz saptanmış ve kan glukoz düzeyinde anormal bir artış gözlenmiştir. Alınan kapsamlı öykü sırasında hasta son zamanlarda özellikle geceleri olmak üzere daha fazla idrara çıktığını ve sık sık su içme ihtiyacı duyduğunu söylemiştir. Ayrıca hasta son iki yıl içinde 28 kilogram kaybettiğini de belirtmiştir. Nöroanatomi bilginizi kullanarak hastanın sağ gözünde ortaya çıkan problemi açıklamaya çalışın. Hastada saptanmış olan glukozuri, yüksek kan glukoz düzeyi, poliuri, polidipsi ve kilo kaybı ile göz sorunu arasında bir ilişkinin bulunduğunu düşünüyor musunuz?
2. 18 yaşında genç bir erkek ciddi bir motosiklet kazasını takiben bilinci kapalı bir durumda hastaneye getirilmiştir.Yapılan kapsamlı fizik muayene ve çekilen anteroposterior ve lateral kafa filmleri sonucunda hastada fossa cranii anterior'u da içine alan bir kırık olduğu gözlenmiştir. Aynı zamanda hastanın sol burun deliğinden hafif, ancak sürekli kanla karışık, su kıvamlı bir sıvı sızıntısı olduğu gözlenmiştir. Üç gün sonra hastanın bilinci açılmış ve yapılan ikinci bir fizik muayene sonucunda hastanın hiçbir şekilde koku almadığı ortaya konulmuştur. Bu yargıya hastaya kahve, karanfil yağı ve nane yağı koklatılarak yapılan muayene sonucu varılmıştır. Nöroanatomi bilginizi kullanarak hastadaki sorunun ne olduğunu ortaya koyun. Akut koku alma duyusu olan bir bireyin bilinen kokuları tanıyamaması normal olabilir mi? Bu hastada koku duyusu kaybı beyin yarı kürelerinden birini tutan bir tümörün koku merkezini tahrip etmesine bağlı olarak ortaya çıkmış olabilir mi?
3. Serebrovasküler sorunları olan 72 yaşındaki bir hasta, üç gün önce gazete okurken zorluk çekmeye başlaması üzerine doktoruna baş vurmuştur. Hasta harflerin eğrildiğini ve buna bağlı olarak da çift görmeye başladığını söylemektedir. Ayrıca muayenehaneye geldiği sırada merdivenleri çıkarken basamakları görmekte de zorluk çektiğini belirtmiştir. Fizik muayene sırasında sağ gözünü aşağı ve dışa hareket ettirmekte güçlük çektiği saptanmıştır. Nöroanatomi bilginizi kullanarak hastanın bulgu ve belirtilerini açıklayınız. Lezyonun bir kranial sinir çekirdeğinde olduğunu düşünürsek acaba etkilenen bu çekirdek sağ tarafta mı, yoksa sol tarafta mı yer almaktadır.
4. 73 yaşındaki yaşlı bir hasta giderek artan işitme kaybı yakınmasıyla doktoruna baş vurmuştur. Hasta ayrıca eskisi kadar uzun boylu olmadığını düşünmekteydi. Bunun yanı sıra her yıl daha büyük beden şapka satın almak zorunda olduğunun farkına varmıştı. Hekimin tanısı osteitis deformans'tı (Paget Hastalığı) ve öğrencilere bunun kemik absorpsiyonu ve yeni kemik oluşumuyla giden bir kemik hastalığı olduğunu açıkladı. Bu tarz bir kemik hastalığı kafada büyümeye, columna vertebralis'te deformitelere ve alt ekstremite uzun kemiklerinde eğrilmelere sebep olur. Hekim öğrencilerine, söz edilen kemik hastalığı ile hastadaki işitme kaybı arasında ne gibi bir ilişki olabileceğini ve başka hangi kranial sinirlerin de muayene edilmesi gerektiğini sormuştur. Sizin bu soruya yanıtınız ne olurdu?
5. Bir nöroloğa baş vuran 25 yaşındaki bir erkek hasta, her iki bacağında da ağırlık hissettiğini ve yalpalayarak yürüdüğünü ifade etmiştir. Yapılan muayene sonucunda tractus corticospinalis, funiculus posterior ve optik sinirlerde yaygın lezyonlar saptanmıştır. Hastaya multiple sclerosis tanısı konulmuştur. Multiple sclerosis nedeni tam olarak bilinmeyen, beyin ve medulla spinalis'te beyaz cevheri tutan bir hastalıktır. Size göre bu hastadaki baş dönmesi yakınmasının nedeni yukarıda değinilen hastalığa bağlanabilir mi?
6. Sol hemipleji yakınması olan 54 yaşındaki kadın hasta bir dördüncü sınıf öğrencisi tarafından muayene edilmiştir. Tüm kranial sinirler açısından hastayı çok dikkatli bir şekilde muayene eden öğrenci her tür bulgusunu kaydetmiştir. Öğrenci muayene sırasında hastanın arkasında durarak musculus trapezius'u parmaklarıyla kavramış ve hastadan dirence karşı omuzlarını kaldırmasını istemiştir. Ancak şaşırtıcı biçimde her iki musculus trapezius'ta da herhangi bir güçsüzlük tespit etmemiştir. Siz, hemipleji yakınması olan bir hastada, musculus trapezius'ta bir güçsüzlük saptamayı bekler misiniz?
7. 35 yaşındaki bir erkek hasta başının sağ tarafı ve sağ gözünde dayanılmaz ağrı yakınması ile hastaneye baş vurmuştur. Hasta ağrının üç hafta önce başladığını ve o günden sonra giderek arttığını ifade etmektedir. Bir hafta önce hasta çift görmeye başlamış ve bu sabah hastanın eşi kocasının sağ gözünün dışa doğru kaydığını fark etmiştir. Nöbetçi hekim hastayı dikkatli bir nörolojik muayeneden geçirmiş sağ gözde dışa doğru kayma sağ tarafta pupilla'da genişleme, direkt ve indirekt ışık refleksinde kayıp, akkomodasyon felci ve dışa bakış haricinde tüm göz hareketlerinde kayıp saptamıştır. Hekim hastadan öncelikle kafaya ilişkin bir CT ve MRI istemiş ve daha sonra sağ karotis arteriogramı istemiştir. Film sonucunda sağ tarafta a. carotis interna'da bir anevrizmanın bulunduğu ortaya konulmuştur. Hastadaki bulgu ve belirtileri ve bunların anevrizma ile olan ilişkilerini açıklayınız.
8. Eğitim vizitleri sırasında bir nörolog öğrencilere nörosifilizin bulgu ve belirtilerini göstermiştir. Muayene edilen birey 62 yaşında bir erkek hastaydı. Hekim öğrencilerden her iki göz bebeğinin de küçük olarak gözlendiğini, göze uygulanan ışıklı uyarı yada gözün gölgelenmesi sonucunda göz bebeklerinde hiç bir tepkinin gözlenmediğini kaydetmelerini istemiştir. Buna karşın hastadan burun ucundaki bir cisme bakması istendiğinde pupillalar daralmıştır. Uzaktaki bir cisme baktığında göz bebeklerinin genişlediği gözlenmiştir. Hekim bu olgunun "Argyll Robertson pupillası" için oldukça güzel bir örnek olduğunu ifade

etmiştir. Nöroanatomi bilginizi kullanarak göz bebeklerinde gözlenen bu reaksiyonu açıklayınız.

9. Aşağıdaki lezyonları göz önünde bulundurarak sağ göz görme görme yolu boyunca çıkabilecek olan bulguları tanımlayınız.
   (a) Sağ nervus opticus'un kesisi
   (b) Chiasma opticum'un orta hat kesisi
   (c) Sağ tractus opticus kesisi
   (d) Sağ radiatio optica kesisi
   (e) Sağ polus occipitalis cortex'inin harabiyeti
10. 58 yaşındaki bir kadın hastaya fossa cranii posterior'a neoplastik yayılımı olan ileri dereceli nasopharynx karsinomu tanısı konulmuştur. Dokuz, on ve onbirinci kranial sinirleri ne şekilde muayene edersiniz?
11. Syringomyeli teşhisi konmuş 32 yaşındaki bir kadın hastada, fizik muayene esnasında yüzde ağrı ve ısı duyularının algılanamamasına karşın hafif dokunma duyusunun korunmuş olduğu saptanmıştır. Nöroanatomi bilginizi kullanarak yüzdeki duyu kayıplarını açıklayınız.
12. Acil servise başvuran 51 yaşındaki bir erkek hasta yüzünün sağ tarafının orta kısmında bıçak saplanır tarzda dayanılmaz ağrıdan yakınmaktadır. Ağrılar bir kaç saniyeliğine sonlanmasına karşın daha sonra yeniden başlamaktadır ve bu şekilde bir çok kez ard arda tekrarlamaktadır. Hasta ağrısını "hayatta gördüğü en kötü ağrı" diyerek tanımlamaktadır. Hastanın yüzünün sağ tarafına soğuk havanın uygulanması ya da sağ tarafta saçlarının bir kaç teline dokunulması ağrıyı körüklemektedir. Hastanın herhangi bir başka yakınması bulunmamaktadır ve ağrı dışında kendini oldukça sağlam hissetmektedir. Ayrıntılı bir kranial sinir muayenesi sonucunda hiç bir patolojik bulguya rastlanmamıştır. Bunun yanı sıra nervus trigeminus'ta hiç bir duyu yada motor kaybına rastlanmamıştır. Hastanın ağrı duyduğu yüz bölgesi ise nervus trigeminus'un dalı olan nervus maxillaris tarafından innerve edilen bölgeye uymaktadır. Nöroanatomi bilginizi kullanarak hastanın tanısını koyunuz.
13. Hekim öğrencilerine dönerek "Bu hastada fossa cranii posterior'da medulla oblangatayı, özellikle de nervus vagus'a ilişkin çekirdekleri tutan tümöral bir yapıdan kuşkulanıyorum" demiştir. Nervus vagus'un çekirdekleri hangileridir? Hemiplejili bir hastada plica vocalis'lerde anormal hareketler mümkünmüdür? Diğer kranial sinir çekirdeklerinde tutulma olmaksızın nervus vagus'a ait nuclei tractus solitarii'de bir lezyonun olması mümkünmüdür?

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. Sağ gözdeki medial strabismus (iç şaşılık), çift görme ve gözün dış yana doğru çevrilememesinin nedeni musculus rectus lateralis'te nervus abducens lezyonuna bağlı olarak ortaya çıkan paralizidir. Saptanan göz bulgularıyla diğer bulgu ve belirtiler arasında bir ilişkinin bulunduğu tartışılamaz. Glikozüri, yüksek kan glikoz düzeyi, poliüri, polidipsi ve kilo kaybı diabetes mellitus'un klasik belirtileridir. Bu hastada gözlenen nervus abducens lezyonu diabetik nöropatinin bir örneğidir. Diabetik nöropati yetersiz tedavi edilen ya da hiç tedavi görmemiş diabetes mellitus olgularında bir komplikasyon olarak karşımıza çıkabilir. Bu olguda hastanın şekeri bir kez kontrol altına alındıktan sonra sağ m. rectus lateralis paralizisi üç ay içinde ortadan kaybolmuştur.
2. Bu erkek hasta her iki tractus olfactorius'u da tutan bir lezyona ikincil olarak gelişen anosmiden yakınmaktadır. Burundan gelen su kıvamlı sıvı sızıntısı os etmoidale'nin lamina cribrosa'sındaki kırık sonucu ortaya çıkan beyin omurilik sıvısı (BOS) sızıntısıdır. Her iki tractus olfactorius'un tahribatından da, söz edilen kırık ve ona eşlik eden kanama sorumlu tutulabilir. Akut koku alma duyusu olan bir çok normal birey tanıdık kokuları algılayamaz. Buna karşın kortikal koku alanlarından birinde ortaya çıkan bir defekt sonucu hastada tam bir koku duyusu kaybı ortaya çıkmaz, çünkü her iki tractus olfactorius commisura anterior aracılığı ile birbirleriyle ilişkilidir.
3. Bu hastada nervus trochlearis lezyonu sonucu ortaya çıkan bir sağ m. obliquus superior paralizisi bulunmaktadır. Nervus trochlearis'in mesencephalon'u terk ettikten sonra çapraz yaptığı göz önünde bulundurulursa, lezyonun sol tarafta yer aldığı ileri sürülebilir. Bu hastada sol nervus trochlearis'in kanlanmasından sorumlu olan arterde bir tromboz bulunmaktadır. Okuma güçlüğü, çift görme ve merdivenlerden inerken basamakların seçilememesinin nedeni sağ musculus obliquus superior'da gözlenen paralizidir.
4. Osteitis deformans adı verilen hastalıkta yeni kemik oluşumuna bağlı olarak kemik kalınlıklarında ileri derecede bir artış gözlenir ve bunun sonucu olarak beyin yarım küreleri üzerinde bir basınç ortaya çıkacağından zihinsel faaliyetlerde bir bozulma gözlenebilir. Yeni kemik oluşumuna bağlı olarak özellikle kafatasındaki görece dar deliklerden geçmekte olan kranial sinirlerin baskı altında kalma olasılığı oldukça fazladır. Nervus vestibulocochlearis ve nervus facialis, meatus acusticus internus'ta ortaya çıkan daralmaya bağlı olarak en sık tutulan sinirlerdir. Nervus olfactorius ve nervus opticus'un da tutulma şansları sırasıyla etmoid kemiğin lamina cribrosa'sı ve canalis opticus'tan geçmelerinden dolayı oldukça yüksektir.
5. Multiple sclerosis adı verilen hastalıkta merkezi sinir sisteminde beyaz cevher oldukça yaygın bir şekilde tutulmaktadır. Remisyonlar göstermesine karşın multiple sclerosis sonuçta progressif seyir gösteren bir hastalıktır. Hastalığa yakalandıktan 30 yıl sonra hastanın öldüğünde beyin sapı ve medulla spinalis boyunca beyaz cevherde çok sayıda sklerotik alanın bulunduğu saptanmıştır. Hastalık sırasında dördüncü ventrikül tabanında yer almakta olan nuclei vestibulares'in sıklıkla tutuldukları gözlenmiştir.
6. Musculus trapezius nervus accesorius'un radix spinalis'i tarafından innerve edilmektedir. Nervus accessorius'a ait olan spinal çekirdekler medulla spinalis'in ilk beş servikal segmenti içinde yer almaktadır ve bu her iki beyin hemisferinden de kortikal lifler alır. Böyle bir anatomik yapı da sol tarafında hemipleji yakınması bulunan hastada muayene sırasında musculus trapezius'ta herhangi bir güçsüzlüğün saptanamamasını açıklamaktadır. Bir kasın atrofiye gitmesinde (kullanılmamaya bağlı olarak ortaya çıkan

atrofi hariç) monosinaptik refleks arkının işlevi tahrip olur. Bu hastadaki olgu bu değildir.

7. Alın bölgesi ve sağ gözde ortaya çıkan ciddi ağrı yakınmasının nedeni sinus cavernosus içinde uzanan arteria carotis interna'dan köken alan ve yavaş gelişen bir anevrizmanın, nervus trigeminus'un dalı olan nervus ophthalmicus'u irrite etmesidir. N. abducens'in etkilenmemiş olmasından dolayı m. rectus lateralis gözü dışa doğru çevirir ve çift görme ortaya çıkar. Mevcut anevrizma sağ nervus oculomotorius üzerine basınç yaparak musculus rectus lateralis dışında göz kaslarını felç eder, direkt ve indirekt ışık refleksinin kaybına ve pupilla'da dilatasyona neden olur. Göz küresinin dışa doğru hareketini nervus abducens tarafından innerve edilen musculus rectus lateralis, aşağı dışa ise nervus trochlearis tarafından innerve edilen musculus obliquus superior sağlar.
8. Diğer bir çok hastalıkta ortaya çıkan Argyll Robertson pupilla'sı nörosifilisin en sık gözlenen bulgularından biridir. Lezyonun nucleus pretectalis liflerinin mesencephalon'un her iki yanında nervus oculomotorius'un parasempatik çekirdeklerine gittikleri yerde olduğuna inanılır. Bu lezyon her iki gözde direkt ve indirekt ışık reflekslerini etkili olarak bozduğu halde akkomodasıyona ilişkin refleks yollar üzerinde hiç bir olumsuz etkiye neden olmaz (refleks yollara ilişkin ayrıntılar için 338. sayfaya bakınız).
9. Sağ göz görme yolunun bazı bölümlerindeki bir lezyona bağlı olarak, aşağıdaki bulgular ortaya çıkar:
   (a) Sağ gözün tam körlüğü
   (b) Bitemporal hemianopia
   (c) Sol homonim hemianopia
   (d) Sol homonim hemianopia
   (e) Cortex cerebri'de macula'ya ilişkin oldukça geniş bir alanı tutan maküler yetmezlikle birlikte gelişen sol homonim hemianopia
10. Nervus glossopharyngeus dilin 1/3 arka bölgesinden genel duyu ve tat duyusunu alır. Kolayca muayene edilebilir. Nervus vagus'un muayenesi için yumuşak damağın bir çok kasını innerve eden ramus pharyngealis incelenir. Ramus pharyngealis muayenesi sırasında hastadan "ah" demesi istenir. Normalde uvula'nın orta çizgide yukarı doğru yükselmesi beklenir. Nervus vagus lezyonunun olduğu durumlarda uvula lezyonun karşı tarafına doğru yükselir. Ayrıca laringoskop kullanılarak plica vocalis hareketleri de muayene edilmelidir.

    Nervus accesorius'un radix spinalis'inin muayenesi için hastadan musculus trapezius'larını kullanarak her iki omuzunu yukarı doğru kaldırması veya musculus sternocleidomastoideus'larını kasarak başını çevirerek karşı tarafa bakması istenir. Her iki kas nervus accessorius'un radix spinalis'i tarafından innerve edilir.
11. Nervus trigeminus aracılığı ile merkezi sinir sistemine gelen afferent lifler ya pons'ta yer almakta olan nucleus principalis nervi trigemini'ye yada medulla oblongata ve medulla spinalis'in ilk iki segmentinde bulunan nucleus spinalis nervi trigemini'ye gelir. Dokunma ve basınç duyuları nucleus principalis nervi trigemini, ağrı ve ısı duyuları da daha aşağıda yerleşmiş olan nucleus spinalis nervi trigemini tarafından sağlanır. Bu hastada syringomyeliye bağlı olarak ortaya çıkmış olan lezyon, medulla oblongata ve medulla spinalis'in servikal kısmını tutmuştur; pons'ta yer almakta olan nucleus principalis nervi trigemini ise sağlamdır.
12. Hastadan alınan öykü sağ nervus maxillaris'in (n. trigeminus'un dalı) tutulmuş olduğu tipik bir trigeminal nevralji olgusunu yansıtmaktadır. Nervus mandibularis'in dalı olan nervus auriculotemporalis tarafından innerve edilen temporal bölge derisi yoğun ağrı duyusunun başlaması için tetikleyici nokta olmaktadır. Hekimin doğru bir tanı koyabilmesi açısından nervus trigeminus'un dallarının anatomik dağılımına ilişkin ayrıntılı bir bilgi ve bu siniri etkileyebilecek hastalıklar hakkında fikir sahibi olması gerekmektedir.
13. Nervus vagus'un a) nucleus ambiguus b) Nucleus dorsalis nervi vagi c) nuclei tractus solitarii adlı çekirdekleri bulunur. Gerek motor gerekse parasempatik çekirdekler her iki beyin hemisferi tarafından kontrol edilmektedir. Dolayısıyla hemiplejili bir hastada plica vocalis'lerin etkilenmesi beklenemez. Nervus vagus çekirdekleri nervus glossopharyngeus ve nervus accessorius çekirdekleri ile bir devamlılık gösterirler ve medulla oblongata'yı etkileyen lezyonlarda genellikle birlikte tutulum gösterirler.

ÇALIŞMA SORULARI

Açıklama: Aşağıda yer alan çoktan seçmeli sorularda DOĞRU olan seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıda yer alan kranial sinir çekirdekleri ve üzerlerinde sonlanan yollar ile ilgili olan doğru seçeneği işaretleyiniz.
   (a) N.glossopahryngeus'un nucleus salivatorius inferior'u thalamus'tan başlayan inen lifler alır
   (b) Nucleus abducentis yalnızca karşı taraf tractus corticobulbaris'ten lifler alır
   (c) Nucleus nervi facialis'in yüzün alt bölümünde yer alan kasların innervasyonundan sorumlu olan kısmı yalnızca karşı taraf tractus corticobulbaris'ten lifler alır
   (d) N.trigeminus'un motor çekirdeği yalnızca aynı taraf tractus corticobulbaris'ten lifler alır
   (e) Nucleus nervi trochlearis yalnızca karşı taraf tractus corticobulbaris'ten lifler alır
2. Aşağıdaki kranial sinir çekirdeklerinden n. facialis ile ilişkili olanını işaretleyiniz.
   (a) Nucleus spinalis nervi trigemini
   (b) Nucleus salivatorius inferior
   (c) Nucleus ambiguus
   (d) Nucleus principalis nervi trigemini
   (e) Nucleus lacrimalis
3. Yüz kasları ile ilgili olarak tek taraflı üst motor nöron paralizisi olan bir hasta herhangi bir şaka karşısında refleks olarak gülebildiği halde bilinçli olarak gülemez. Aşağıdaki tanımlamalardan hangisi bu olayı açıklar?
   (a) Yüz kaslarının istemli hareketlerinden sorumlu olan tractus corticobulbaris bölümü korunmuştur

(b) Muhtemelen thalamus'dan başlayarak n. facialis'in motor çekirdeğine inen retiküler lifler zedelenmiştir
(c) N. facialis zedelenmiştir
(d) Mimik kasları ana tracus corticobulbaris'den farklı bir seyir gösteren kortikobulbar lifler tarafından innerve edilmektedir
(e) Alt motor nöronları tutan bir lezyon vardır

Açıklama: Aşağıda yer alan numaralı soru yada tamamlanmamış ifadeler ile ilgili olarak, aşağıda yer alan olan EN UYGUN harfli cevap yada tamamlayıcı ifadeyi işaretleyiniz.

4. Aşağıda yer alan oluşumlardan hangisi işitme duyusu ile ilgilidir?
(a) Corpus trapezoideum
(b) Lemniscus medialis
(c) Lemniscus trigeminalis çekirdeği
(d) Gyrus temporalis inferior
(e) Corpus geniculatum laterale
5. Aşağıda yer alan visuel reflekslerden hangisi için cortex cerebri gereklidir?
(a) Kornea refleksi
(b) Akomodasyon refleksi
(c) İndirekt ışık refleksi
(d) Direkt ışık refleksi
(e) Görme ile ilgili vücut refleksi
6. Sağ gözün nazal görme alanı aşağıdaki yapılardan hangisine yansımaktadır?
(a) Sol corpus geniculatum laterale
(b) Sol tarafta sulcus calcarinus'un üstü ve altına
(c) Sol tractus opticus'a
(d) Sağ göz temporal retina alanına
(e) Sol radiatio optica'ya
7. Aşağıda yer alan oluşumlardan hangisi sol göze yönlendirilen bir ışık kaynağına bağlı olarak sağ göz pupillasında bir daralmanın ortaya çıkması için gereklidir?
(a) Sağ radiatio optica
(b) Sol nervus opticus
(c) Sol Edinger – Westphal çekirdeği
(d) Sol nervus oculomotorius
(e) Sağ nervus opticus
8. N. hypoglossus ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi **doğrudur**?
(a) N. hypoglossus lezyonunda dil dışarı çıkarıldığı zaman lezyon tarafına doğru kayar
(b) N. hypoglossus dil'in 1/3 arka kısmından tat duyusunun taşınmasından sorumludur
(c) N. hypoglossus beyin sapını oliva ile pedinculus cerebellaris inferior arasından geçerek terk eder
(d) N. hypoglossus 3. ve 4. servikal spinal sinirlerden gelen lifleri taşır
(e) N. accesorius'dan gelen lifler dördüncü ventrikül tabanında n. hypoglossus'un motor çekirdeğinin etrafından döner
9. Nervus trigeminus'un çekirdekleri ile ilgili olarak aşağıda yer alan ifadelerden hangisi **doğrudur**?
(a) Nucleus principalis nervi trigemini medulla oblongata'da yer almaktadır
(b) Nucleus spinalis nervi trigemini aşağıya beşinci servikal segmente kadar uzanır
(c) Çiğneme kaslarına ilişkin „proprioception" duyusu, çekirdekte yer alan unipolar nöronlar boyunca ilerleyerek nucleus mesencephalicus nervi trigemini'ye ulaşır.
(d) Ağrı ve ısı duyusu nucleus principalis nervi trigemini'de sonlanır
(e) Lemniscus trigeminalis, yalnızca ipsilateral duysal trigeminal çekirdeklerden gelen efferent lifler içermektedir

Açıklama: Aşağıda yer alan çoktan seçmeli sorularda DOĞRU olan seçeneği işaretleyiniz.

10. Aşağıda yer alan kranial sinirler ve ilişkili oldukları işlevlerle ilgili olarak doğru olan seçeneği işaretleyiniz.
(a) N. accesorius'un radix spinalis'i omuzun elevasyonunda (yukarı kaldırılması) rol oynar.
(b) N. oculomotorius gözün kapatılmasında rol oynar
(c) N. trigeminus yutma işleminden sorumludur.
(d) N. facialis, dilin 2/3 arka bölümünden tat duyusunun alınmasından sorumludur.
(e) N. glossopharyngeus, dilin 1/3 ön bölümünden dokunma duyusunun alınmasından sorumludur.
11. Görme işlemi bağlamında kranial sinirlerle ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden doğru olan seçeneği işaretleyiniz:
(a) N. opticus'un yapısına katılan sinir lifleri Schwann hücreleri tarafından sarılmaktadır.
(b) N. opticus spatium subarachnoideum uzantısı tarafından çevrelenmektedir.
(c) İnternal oftalmoplejide, n. oculomotorius'un m. dilatator pupillae inervasyonunda kayıp gözlenmesine karşın, dış göz kaslarının inervasyonu korunmuştur.
(d) Eksternal oftalmoplejide dış göz kaslarının innervasyonu korunmaktadır; ancak m. sphincter pupillae ve m. ciliaris innervasyonunda kayıp söz konusudur.
(e) N. opticus cavitas orbitalis'i, os sphenoidale'nin ala major'u üzerinde yer almakta olan canalis opticus'dan geçerek terk eder.
12. Kranial sinirlerle ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden doğru olan şıkkı işaretleyiniz.
(a) Nucleus principalis nervi trigemini beyin sapında nucleus motorius nervi trigemini'nin iç tarafında yer alır.
(b) Yüz kaslarından gelen „proprioception" duyusu n. facialis'in mesencephalic çekirdeği tarafından alınmaktadır.
(c) N. facialis fossa cranii posterior'u n. vestibulocochlearis ile birlikte foramen stylomastoideum'dan geçerek terk eder.
(d) N. facialis'in nucleus salivatorius superior'u gl. parotidea'nın innervasyonundan sorumludur.
(e) Koku reseptörleri, cavitas nasalis mukozasında concha nasalis superior seviyesinin üzerinde yer almaktadır.

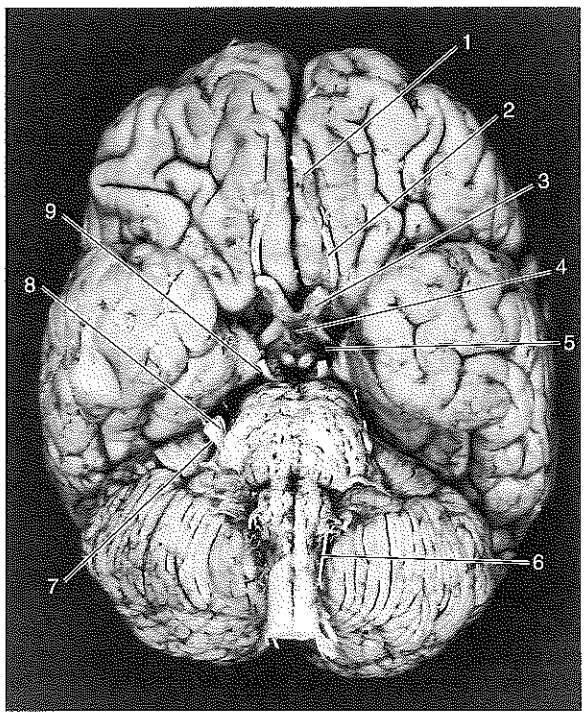
Açıklama: Aşağıda tanımlanan olgular ile ilgili olarak yer alan çoktan seçmeli sorularda EN DOĞRU cevabı işaretleyiniz.

64 yaşında bir erkek hasta boynunun sağ tarafında bir şişlik fark ederek doktora baş vurmuştur. Hasta altı aydır

sürmekte olan kronik bir öksürükten ve hızlı kilo kaybından yakınmaktadır.

13. Fizik muayene sırasında aşağıda yer almakta olan bulgulardan hangisi gözlenmez?
    (a) Dilin sağ yarımında kırışma ve güçsüzlük
    (b) Hasta dilini dışarı çıkardığı zaman dil sağ tarafa doğru kaymakta
    (c) Boyun sağ tarafında yer almakta olan şişlik yukarıda m. sternocleidomastoidus derinine doğru uzanmaktadır. Ayrıca sert ve sabittir
    (d) Göğüs radyografisinde sağ akciğerde ileri düzeyde bir bronkojenik karsinoma saptanmaktadır
    (e) Hasta dilinin 2/3 sağ ön kısımda tat duyusunu alamamaktadır
14. Hekimin varmış olduğu sonuçlardan hangisi doğru değildir?
    (a) Sağ tarafta derin servikal lenf düğümlerinde çok sayıda metastas bulunmaktadır
    (b) N. hypoglossus üzerinde medulla oblongata'da yer alan nucleus nervi hypoglossi ile inerve edilen dil kasları arasında herhangi bir yerde bir lezyon bulunmaktadır
    (c) Metastaslardan biri boyunda sağ n. hypoglossus'u tutmuştur
    (d) Kilo kaybı akciğerde yer almakta olan ileri düzeydeki karsinoma olgusu ile açıklanabilmektedir
    (e) Dildeki atrofi mukoz membranın atrofiye gitmesi ile açıklanabilir

Açıklama: Şekil 11-26'da yer almakta olan ve beynin alttan görünümünü yansıtan resmi göz önünde bulundurarak 15 – 23. sorularda yer alan tamamlanmamış cümlelere en uygun olan seçeneği işaretleyiniz.

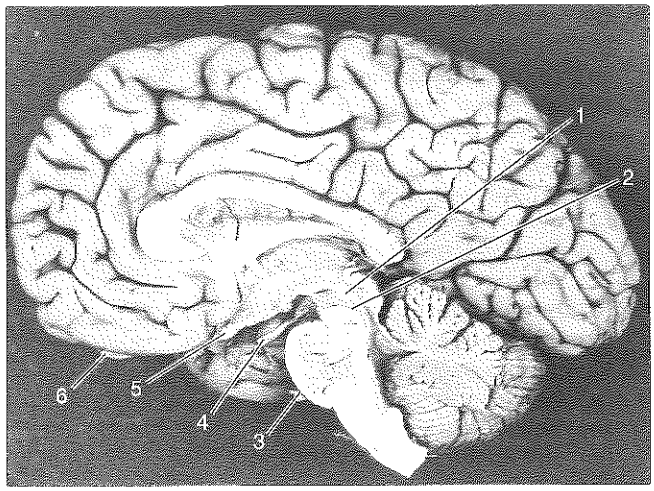


Şekil 11-26 Beynin alttan görünümü.

15. Bir numara ile işaretli yapı:
    (a) tractus olfactorius
    (b) nervus olfactorius
    (c) a. cerebri anterior
    (d) bulbus olfactorius
    (e) gyrus frontalis inferior
16. İki numara ile işaretli yapı:
    (a) gyrus frontalis inferior
    (b) stria olfactoria lateralis
    (c) nervus olfactorius
    (d) bulbus olfactorius
    (e) tractus olfactorius
17. Üç numara ile işaretli yapı:
    (a) nervus opticus
    (b) chiasma opticum
    (c) substantia perforata anterior
    (d) tractus opticus
    (e) nervus oculomotorius
18. Dört numara ile işaretli yapı:
    (a) nervus opticus
    (b) tractus opticus
    (c) chiasma opticum
    (d) hypophysis cerebri
    (e) fossa interpeduncularis
19. Beş numara ile işaretli yapı:
    (a) substantia perforata anterior
    (b) nervus oculomotorius
    (c) nervus maxillaris
    (d) a. cerebri media
    (e) tractus opticus
20. Altı numara ile işaretli yapı:
    (a) a. vertebralis
    (b) nervus accesorius'un radix spinalis'i
    (c) nervus hypoglossus
    (d) nervus glossopharyngeus
    (e) birinci servikal spinal sinir
21. Yedi numara ile işaretli yapı:
    (a) nervus ophthalmicus
    (b) nervus trigeminus'un radix motoria'sı
    (c) nervus trigeminus'un radix sensoria'sı
    (d) flocculus cerebelli
    (e) nervus vestibulocochlearis
22. Sekiz numara ile işaretli yapı:
    (a) nervus trigeminus'un radix motoria'sı
    (b) nervus trigeminus'un radix sensoria'sı
    (c) sekizinci kranial sinirin vestibular bölümü
    (d) nervus maxillaris
    (e) nervus abducens
23. Dokuz numara ile işaretli yapı:
    (a) nervus trochlearis
    (b) nervus abducens
    (c) nervus facialis
    (d) nervus oculomotorius
    (e) nervus vestibulocochlearis

Açıklama: Şekil 11-27'de yer alan ve sağ beyin yarıküresinin içten görünümünü yansıtan resmi göz önünde bulundurarak, 24 – 29. sorularda yer almakta olan tamamlanmamış cümlelere en uygun olan seçeneği işaretleyiniz.

24. Bir numara ile işaretli alan hangi kranial sinir çekirdeğinin konumunu ifade etmektedir?
    (a) nervus abducens
    (b) nervus trochlearis



Şekil 11-27 Sağ beyin yarıküresinin iç taraftan görünümü.

(c) nervus trigeminus
(d) nervus facialis
(e) nervus oculomotorius

25. İki numara ile işaretli yapı, hangi kranial sinir çekirdeğinin konumunu ifade etmektedir?
(a) nervus trigeminus
(b) nervus trochlearis
(c) nervus abducens
(d) nervus oculomotorius
(e) nervus vestibulocochlearis

26. Üç numara ile işaretli yapı, hangi sinirdir?
(a) nervus oculomotorius
(b) nervus trochlearis
(c) nervus trigeminus
(d) nervus abducens
(e) nervus facialis

27. Dört numara ile işaretli oluşum hangi sinirdir?
(a) nervus trochlearis
(b) nervus oculomotorius
(c) nervus trigeminus
(d) nervus facialis
(e) nervus abducens

28. Beş numara ile işaretli olan yapı nedir?
(a) lamina terminalis
(b) nervus oculomotorius
(c) nervus trochlearis
(d) nervus abducens
(e) chiasma opticum

29. Altı numara ile işaretli olan yapı nedir?
(a) bulbus olfactorius
(b) crista galli
(c) stria olfactoria
(d) arteria cerebri anterior
(e) gyrus frontalis inferior

ÇALIŞMA SORULARININ YANITLARI VE AÇIKLAMALARI

1. Doğru yanıt C'dir. Nervus facialis'in yüz alt bölümünde yer alan kasların inervasyonundan sorumlu olan çekirdeği yalnızca karşı tarafın tractus corticobulbaris'ten lifler alır (Bkz. Şekil 11-25). A. Nervus glossopharyngeus çekirdeklerinden olan nucleus salivatorius inferior hypothalamus'tan başlayan inen lifler alır (Bkz. Sayfa 350). B. Nucleus nervi abducentis aynı tarafın ve karşı tarafın tractus corticobulbaris'ten lifler alır (Bkz. Sayfa 344). D. Nervus trigeminus'un motor çekirdeği aynı tarafın ve karşı tarafın tractus corticobulbaris'ten lifler alır (Bkz. Sayfa 341). E. Nucleus nervi trochlearis aynı tarafın ve karşı tarafın tractus corticobulbaris'ten lifler alır (Bkz. Sayfa 340).
2. Doğru cevap E'dir. Nucleus lacrimalis nervus facialis çekirdeklerinden biridir (bkz. Sayfa 346). A. N. trigeminus'un bir spinal çekirdeği bulunmaktadır (bkz. Sayfa 341). B. Nucleus salivatorius inferior nervus glossopharyngeus çekirdeklerinden biridir (bkz. Sayfa 350). C. Nucleus ambiguus IX., X. kranial sinirler ve XI. kranial sinir ile ilgili motor çekirdektir (bkz. Sayfa 204). D. Nervus facialis'in tat duyusu ile ilişkili bir duyu çekirdeği bulunmaktadır (bkz. Sayfa 346).
3. Doğru cevap D'dir. Bu hastada nucleus nervi facialis'in yüz mimik kaslarının innervasyonundan sorumlu olan bölümüne gelen kortikobulbar lifler ana kortikobulbar liflerden farklı bir yol izler (bkz. Sayfa 346). Bu hastada yüz kaslarının istemli hareketlerinden sorumlu olan ana kortikobulbar lifler tahrip olmuşlardır. B. Hypothalamus'tan başlayarak nervus facialis'in motor çekirdeklerinde sonlanan reticular lifler sağlamdır. C. Hastanın yüz kaslarını kontrol etme yetisi bulunduğuna göre fasial sinirler sağlamdır. E. Nervus facialis'in yüz kaslarının hareketlerinden sorumlu olan alt motor nöron lifleri korunmuştur.
4. Doğru cevap A'dır. Corpus trapezoideum'un işitme duyusunun algılanmasında rol oynar (bkz. Sayfa 350)
5. Doğru cevap B'dir. Akomodasyon refleksinin gerçekleşebilmesi için cortex cerebri işlevlerinin mevcut olması gerekmektedir (bkz. Sayfa 338).
6. Doğru cevap D'dir. Sağ gözün nasal görme alanı sağ göz temporal retina alanına yansımaktadır (bkz. Sayfa 337). A. Sağ göz nasal görme alanı sağ corpus geniculatum laterale'ye yansımaktadır (bkz. Şekil 11-2). B. Sağ göz nasal görme alanı sağ tarafa sulcus calcarinus'un üstüne ve altına yansımaktadır (bkz. Şekil 11-2). C. Sağ göz nasal görme alanı sağ tractus opticus aracılığı ile yansıtılmaktadır (bkz. Şekil 11-2). E. Sağ göz nasal görme alanı sağ radiatio optica aracılığı ile yansıtılmaktadır (bkz. Şekl 11-2).
7. Doğru cevap B'dir. Sol nervus opticus, sol göze ışık tutulması sonucu sağ gözde ortaya çıkan pupilla daralması olgusunda rol oynamaktadır (bkz. Şekil 11-3). A. Yukarıda tanımlanan olguda sağ radiatio optica herhangi bir rol oynamamaktadır). C. Yukarıda söz edilen olguda sol Edinger – Westphal çekirdeği rol oynamaz (bkz. Şekil 11-3). D. Sağ nervus

oculomotorius rol oynamaz (bkz. Şekil 11-3). E. Yukarıda söz edilen olguda sağ nervus opticus rol oynamaz (bkz. Şekil 11-3).

8. Doğru cevap A'dır (bkz. Sayfa 356).
9. Doğru cevap C'dir (bkz. Sayfa 342).
10. Doğru cevap A'dır. Nervus accessorius'un radix spinalis'i omuzların yukarı kaldırılmasından sorumlu olan m. trapezius'u innerve eder. B. Gözün kapatılmasından sorumlu olan m. orbicularis oculi'yi n. facialis innerve eder. C. Nervus trigeminus çiğneme kaslarının innervasyonundan sorumludur. (bkz. Sayfa 343). D. Nervus facialis dilin 2/3 ön kısmından tat duyusunun alınmasında sorumludur. E. Nervus glossopharyngeus dilin 1/3 arka kısmından dokunma duyusunun alınmasından sorumludur (bkz. Sayfa 352).
11. Doğru cevap B'dir. Nervus opticus spatium subarachnoideum uzantısı tarafından çevrelenmektedir (bkz. Sayfa 435). A. Nervus opticus sinir lifleri oligodendrosit'ler tarafından sarılmaktadır (bkz. Sayfa 336). C. Internal oftalmoplejide n. oculomotorius'un m. sphincter pupillae ve m. ciliaris innervasyonundan sorumlu olan bölümünde bir işlev kaybı olmasına karşın dış göz kaslarının innervasyonunda bir kayıp söz konusu değildir (bkz. Sayfa 360). D. Eksternal oftalmoplejide dış göz kaslarının innervasyonunda bir kayıp söz konusuyken, m. sphincter pupillae ve m. ciliaris innervasyonunda bir kayıp gözlenmemektedir (bkz. Sayfa 360). E. Nervus opticus cavitas orbitalis'i, os sphenoidale'nin ala minor'u üzerinde yer almakta olan canalis opticus'tan geçerek terk eder.
12. Doğru cevap E'dir. Koku reseptör hücreleri burun mukozası içerisinde concha nasalis superior seviyesinin üzerinde yer almaktadır (bkz. Sayfa 335). A. Nucleus principalis nervi trigemini beyin sapında nervus trigeminus motor çekirdeğinin dış tarafında yer almaktadır (bkz. Şekil 11-7). B. Yüz kaslarından gelen "propriocetive" duyular nucleus mesencephalicus nervi trigemini'ye iletilmektedir (bkz. Sayfa 342). C. Nervus facialis fossa cranii posterior'u nervus vestibulocochlearis ile birlikte terk eder ve meatus acusticus internus'a girer. D. Nervus facialis'in çekirdeği olan nucleus salivatorius superior glandula submandibularis ve glandula sublingualis'in innervasyonundan sorumludur (bkz. Sayfa 348).
13. Doğru cevap E'dir. Dil mukozasının 2/3 önünden gelen tat duyusu chorda tympani ve nervus facialis tarafından taşınmaktadır. Bu oluşumlar boyunda derin servikal lenf düğümlerindeki metastaslardan oldukça uzak konumdadır.
14. Doğru cevap E'dir. Dilin sağ yarımında gözlenen kırışıklık ve dil dışarı çıkarıldığı zaman sağ tarafa doğru kayması sağ nervus hypoglossus'da bir lezyon olduğunu göstermektedir. Dil sağ yarımında yer almakta olan kasların atrofiye olması ve boyutlarının küçülmesi üzerlerinde yer almakta olan normal yapıdaki mukozada kırışmaya yol açar.

15 – 23 numaralı soruları, Şekil 11-26'da yer alan ve beynin alttan görünümünü yansıtan resme göre cevaplayınız.

15. Doğru cevap D'dir. Bir numara ile işaretli yapı bulbus olfactorius'dur.
16. Doğru cevap E'dir. İki numara ile işaretli yapı tractus olfactorius'dur
17. Doğru cevap A'dır .Üç numara ile işaretli yapı nervus opticus'dur
18. Doğru cevap D'dir. Dört numara ile işaretli yapı hypophysis cerebri'dir
19. Doğru cevap E'dir. Beş numara ile işaretli yapı tractus opticus'dur
20. Doğru cevap B'dir. Altı numara ile işaretli yapı nervus accesorius'un radix spinalis'idir.
21. Doğru cevap C'dir. Yedi numara ile işaretli yapı nervus trigeminus'un radix sensoria'sıdır
22. Doğru cevap A'dır. Sekiz numara ile işaretli yapı nervus trigeminus'un radix motoria'sıdır.
23. Doğru cevap D'dir. Dokuz numara ile işaretli yapı nervus oculomotorius'tur

24 – 29 numaralı soruları, Şekil 11-27'de yer alan sagittal median kesitte beynin medial yüzünü yansıtan resme göre cevaplayınız.

24. Doğru cevap E'dir. Bir numara ile işaretli yapı colliculus superior seviyesinde yer alan nervus oculomotorius çekirdeğidir.
25. Doğru cevap B'dir İki numara ile işaretli yapı mesencephalon'da tegmentum mesencephali üzerinde colliculus inferior seviyesinde yer alan n. trochlearis çekirdeğidir
26. Doğru cevap C'dir. Üç numara ile işaretli yapı, pons'un ön yüzünden çıkan nervus trigeminus'tur.
27. Doğru cevap B'dir. Dört numara ile işaretli olan yapı, mesencephalon ön yüzünde fossa interpeduncularis'ten çıkan nervus oculomotorius'tur
28. Doğru cevap E'dir. Beş numara ile işaretli olan yapı, chiasma opticum'dur
29. Doğru cevap A'dır. Altı numara ile işaretli olan yapı, bulbus olfactorius'dur.

Ek Okumalar

Altschuler, R. A., Bobbin, R. P., Clopton, B. M., and Hoffman, D. W. *Neurobiology of Hearing. The Central Auditory System.* New York: Raven Press, 1991.

Baker, R., Evinger, C., and McCrea, R. A. Some thoughts about the three neurons in the vestibular ocular reflex. *Ann. N. Y. Acad. Sci.* 374:171, 1981.

Bender, M. B., and Bodis-Wollner, I. Visual dysfunction in optic tract lesions. *Ann. Neurol.* 3:187, 1978.

Brandt, T. *Vertigo: Its Multisensory Syndromes.* London: Springer-Verlag, 1991.

Büttner, V., and Dichgans, J. The vestibulo-ocular reflex and related functions. In S. Lessell and J. T. W. Van Dalen (eds.), *Neuro-Ophthalmology* (vol. 3, p. 205). Amsterdam: Elsevier, 1984.

Corbett, J. J. The bedside and office neuro-ophthalmology examination. *Semin. Neurol.* 23:63, 2003.

Donahue, S. P. Pediatric strabismus. *N. Engl. J. Med.* 356:1040, 2007.

Dubner, R., Sessle, B. J., and Storey, A. T. Jaw, facial, and tongue reflexes. In R. Dubner, B. J. Sessle, and A. T. Storey (eds.), *The Neural Basis of Oral and Facial Function* (p. 246). Amsterdam: Elsevier, 1978.

Farah, M. J., and Ratcliff, G. *The Neuropsychology of High Level Vision.* Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1994.

Fitzgerald, M. J. T., Comerford, P. T., and Tuffery, A. Sources of innervation of the neuromuscular spindles in sternomastoid and trapezius. *J. Anat.* 134:471, 1982.

Frisen, L. The neurology of visual activity. *Brain* 103:639, 1980.

Gilden, D. H. Bell's palsy. *N. Engl. J. Med.* 351:1323, 2004.

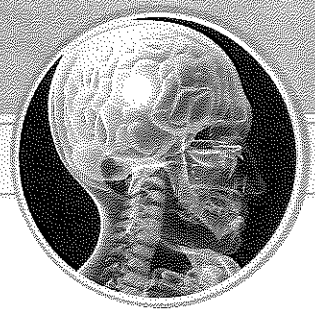
Hussein, M., Wilson, L. A., and Illingworth, R. Patterns of sensory loss following fractional posterior fossa Vth nerve section for trigeminal neuralgia. *J. Neurol. Neurosurg. Psychiatry* 45:786, 1982.

Kroenke, K., Lucas, C. A., Rosenberg, M. L., Scherokman, B., Herbers, J. E. Jr., Wehrle, P. A., et al. Causes of persistent dizziness: A prospective study of 100 patients in ambulatory care. *Ann. Intern. Med.* 117:898, 1992.

Margo, C. E., Hamed, L. M., and Mames, R. N. *Diagnostic Problems in Clinical Ophthalmology.* Philadelphia: Saunders, 1994.

Masterson, R. B. Neural mechanisms for sound localization. *Annu. Rev. Physiol.* 46:275, 1984.
McLaughlin, S., and Margolskee, R. The sense of taste. *Am. Sci.* 82:538, 1994.
Moran, D. T., Rowley, J. C., Jafek, B. W., and Lovell, M. A. The fine structure of the olfactory mucosa in man. *J. Neurocytol.* 11:721, 1982.
Ongeboer de Visser, B. W. The corneal reflex: Electrophysiological and anatomical data in man. *Prog. Neurobiol.* 15:71, 1980.
Rinn, W. E. The neuropsychology of facial expression: A review of the neurological and psychological mechanisms for producing facial expressions. *Psych. Bull.* 95:52, 1984.
Rowland, L P. (ed.). *Merritt's Neurology* (10th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.
Sawchenko, P. E. Central connections of the sensory and motor nuclei of the vagus nerve. *J. Auton. Nerv. Syst.* 9:13, 1983.
Sears, E. S., and Franklin, G. M. *Diseases of the Cranial Nerves in Neurology* (p. 471). New York: Grune & Stratton, 1980.
Snell, R. S. *Clinical Anatomy by Regions* (8th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008.
Snell, R. S. *Clinical Anatomy by Systems.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2007.
Snell, R. S., and Lemp, M. A. *Clinical Anatomy of the Eye* (2nd ed.). Boston: Blackwell, 1998.
Spillane, J. D. *An Atlas of Clinical Neurology* (2nd ed.). London: Oxford University Press, 1975.
Standring, S. (ed.). *Gray's Anatomy* (39th Br. ed.) London: Elsevier Churchill Livingstone, 2005.
Sullivan, S. L., Ressler, K. J., and Buck, L. B. Spatial patterning and information coding in the olfactory system. *Curr. Opin. Genet. Dev.* 5:516–523, 1995.

BÖLÜM 12



Çeviri: Dr. Figen GÖVSA GÖKMEN

THALAMUS VE BAĞLANTILARI

Altmışbir yaşında hipertansiyonlu bir hasta aniden gelişen bir felç tablosu ile acil servise başvurdu. Konsültan nörolog, hastanın kapsamlı fizik muayenesini yaptı. Hastada bilinci açık ve vücudunun sağ yarısında duyu kaybı belirtileri saptandı. Vücudunun karşı tarafında güç kaybı belirtileri yoktu ve refleksleri normaldi. Hasta hastaneye yatırılıp gözleme alındı.

Üç gün sonra hastada iyileşme başladı ve vücudunun sağ tarafında duyunun geriye dönüş belirtileri vardı. Buna rağmen hasta, his kaybına bağlı olarak duyu testlerinde aşırı hassasiyet göstermişti. Sağ ayağının dış yan kısmına hafif bir dokunmaya hasta; dayanılmaz yanıcı ağrıları nedeniyle aniden bağırıp, muayenenin durdurulması şeklinde bir yanıt verdi.

Hastada orta derecede bir uyaranın oldukça şiddetli ağrı yaratmasına karşın, ağrı duyarlılığı başlangıçta yüksekti, dokunma ve ağrının başlaması arasında geçen zaman normalden daha uzundu. Ayrıca uyaran uzaklaştırıldıktan sonra da ağrı kalıcı oldu. Bunun yanı sıra hasta, ağrıyı deride hissettiğini, derin dokulara kadar inmediğini de söyledi. Sıcak ve soğuk uyaranların da benzer biçimde rahatsızlık oluşturduğu saptandı.

Nörolog, tanıyı sol thalamus'un tutulduğu analgesia dolorasa veya Roussy-Dejerine sendromu olarak koydu. Thalamus'un bu aşırı reaksiyon durumu, genellikle hipertansiyona bağlı vasküler bir hastalık veya trombozisden kaynaklanan thalamus'un lateral grup çekirdeklerinin hasar görmesine bağlıdır. Thalamus'un santral bağlantılarının bilinmesi sinir sistemindeki fonksiyonel öneminin anlaşılması ve thalamus'un hastalıklarında ayırıcı tanıyı yapabilmek için gereklidir.

BÖLÜMÜN HEDEFİ

- Sinir sisteminin oldukça karmaşık olan bu alanına değinmek, thalamus'un pekçok afferent ve efferent sinirsel bağlantısını, sinir sisteminin diğer bölümlerine de uzandığından önemini vurgulamaktır.

Thalamus, beyin sakının (truncus cerebri) ön ucunda yeralıp, cortex cerebri, bazal ganglionlar, hypothalamus ve beyin sakının bütün alanlarına giden tüm uyaranlar için önemli bir düzenleyici ve bütünleştirici merkez olarak çalışır.

Thalamus'a Genel Bakış

Thalamus, diencephalon'un büyük bölümünü oluşturan yumurta şeklinde büyük bir gri cevher kitlesidir. Her biri üçüncü ventrikülün her bir tarafında yer alan iki thalamus vardır (Şek. 7-3 ve 12-1; Atlas sayfa 4, 5 ve 8). Thalamus'un ön ucu dar ve yuvarlağımsı olup foramen interventriculare'nin arka sınırını oluşturur. Arka ucu colliculus superior'un üstünde yer alan bir genişleme; **pulvinar thalami**'yi yapar (Şek. 12-2). Alt yüzü tegmentum mesencephali ile devam etmektedir. Thalamus'un iç yüzü üçüncü ventrikülün lateral duvarının bir kısmını oluşturulur; genellikle diğer thalamus'a **adhesio interthalamica** denilen gri cevher bandı ile bağlantı sağlar (Şek. 12-2).

Thalamus'un Bölümleri

Thalamus'un üst yüzeyi, **stratum zonale** denilen ince beyaz cevher tabakası tarafından örtülüdür. Stratum zonale'nin dış yüzeyi diğer bir tabaka olan **lamina medullaris externa** ile kaplıdır (Şek. 12-1). Thalamus'un gri maddesi, beyaz cevherin dik bir laminası olan lamina medullaris interna ile medial ve lateral bölümler olmak üzere ayrılır (Şek. 12-1 ve 12-3). Lamina medullaris interna bir talamik çekirdekten diğerine geçen sinir liflerini içerir. Lamina medullaris interna thalamus'u anterosuperior olarak Y şeklinde böler. Y'nin her iki bacağı arasında yer alan **ön (anterior) parça**, Y'nin sapının her bir tarafında yer alan **iç (medial)** ve **dış (lateral)** parçalar olmak üzere thalamus üç bölüme ayrılır (Şek. 12-3).

Thalamus'un her üç bölümü de bir grup talamik çekirdeklerden oluşur (Şek. 12-3). Bunun yanısıra daha küçük çekirdek grupları lamina medullaris interna'nın içinde ve bazıları da thalamus'un medial ve lateral yüzeylerinde yer alır.

Ön Bölüm

Thalamus'un bu bölümü **nuclei anteriores thalami**'den oluşur (Şek. 12-3). Bu çekirdekler fasciculus mammillothalamicus ile nuclei mammillares'ten lifler alır. Nuclei anteriores'in, gyrus cinguli ve hypothalamus ile karşılıklı bağlantıları vardır. Nucleus anterior'ların fonksiyonu; thalamus'un, emosyonel durum ve yakın zaman hafıza mekanizmalarıyla ilgili olan limbik sistemle yakından bağlantı kurmaktır.

Medial Parça

Thalamus'un bu bölümü **nucleus dorsomedialis** ve çok sayıda küçük çekirdeklerden oluşur (Şek. 12-3). Nucleus dorsomedialis lobus frontalis'in tüm prefontal korteksi ile iki yoldan bağlantı sağlar. Hypothalamus çekirdekleri ile de buna benzer bir bağlantısı vardır. Thalamus'un diğer grup çekirdekleri ile de karşılıklı bağlantıları vardır. Thalamus'un medial bölümü somatik, visseral ve koku duyusu dahil bir çok değişik duyuların bütünleştirilmesi ve bu duyuların algılanması emosyonel duygu ve subjektif durumlardan sorumludur.

Lateral Bölüm

Bu bölüm dorsal grup ve ventral grup olmak üzere subgruplara ayrılır (Şek. 12-3).

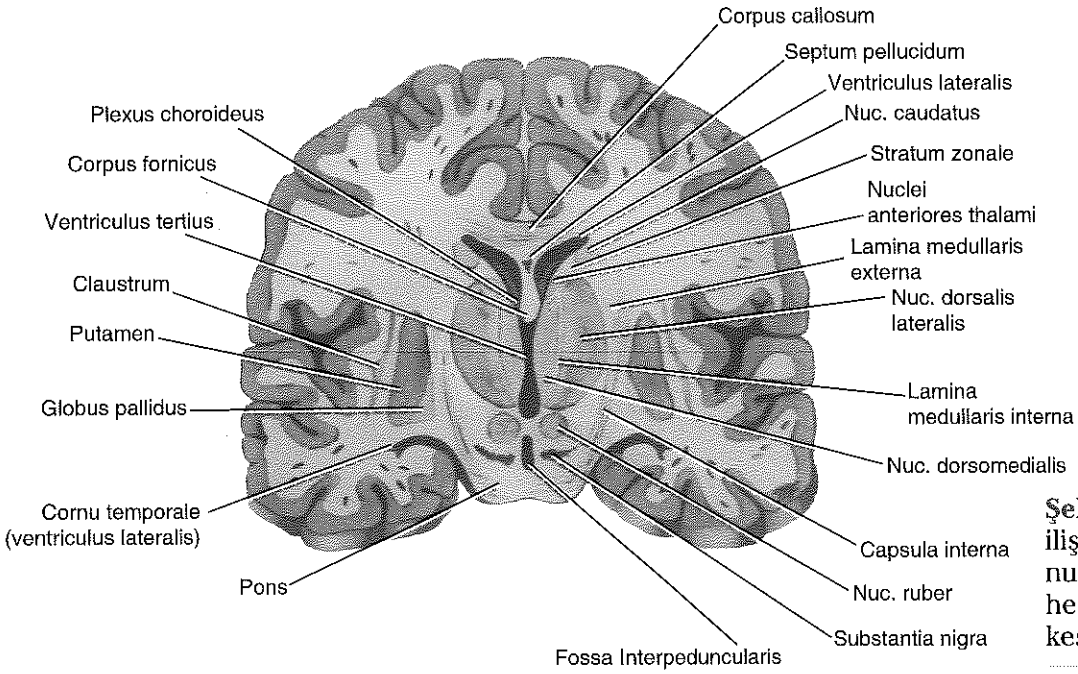
Nuclei Dorsales Thalami

Bu gruptaki çekirdekler **nucleus dorsalis lateralis, nucleus dorsalis posterior** ve **pulvinar thalami**'den oluşur. Bu çekirdeklerin bağlantılarının detayları henüz aydınlatılmış değildir. Buna karşın diğer talamik çekirdekler, lobus parietalis, gyrus cinguli, lobus occipitalis ve lobus temporalis ile bağlantılarının varlığı bilinmektedir.

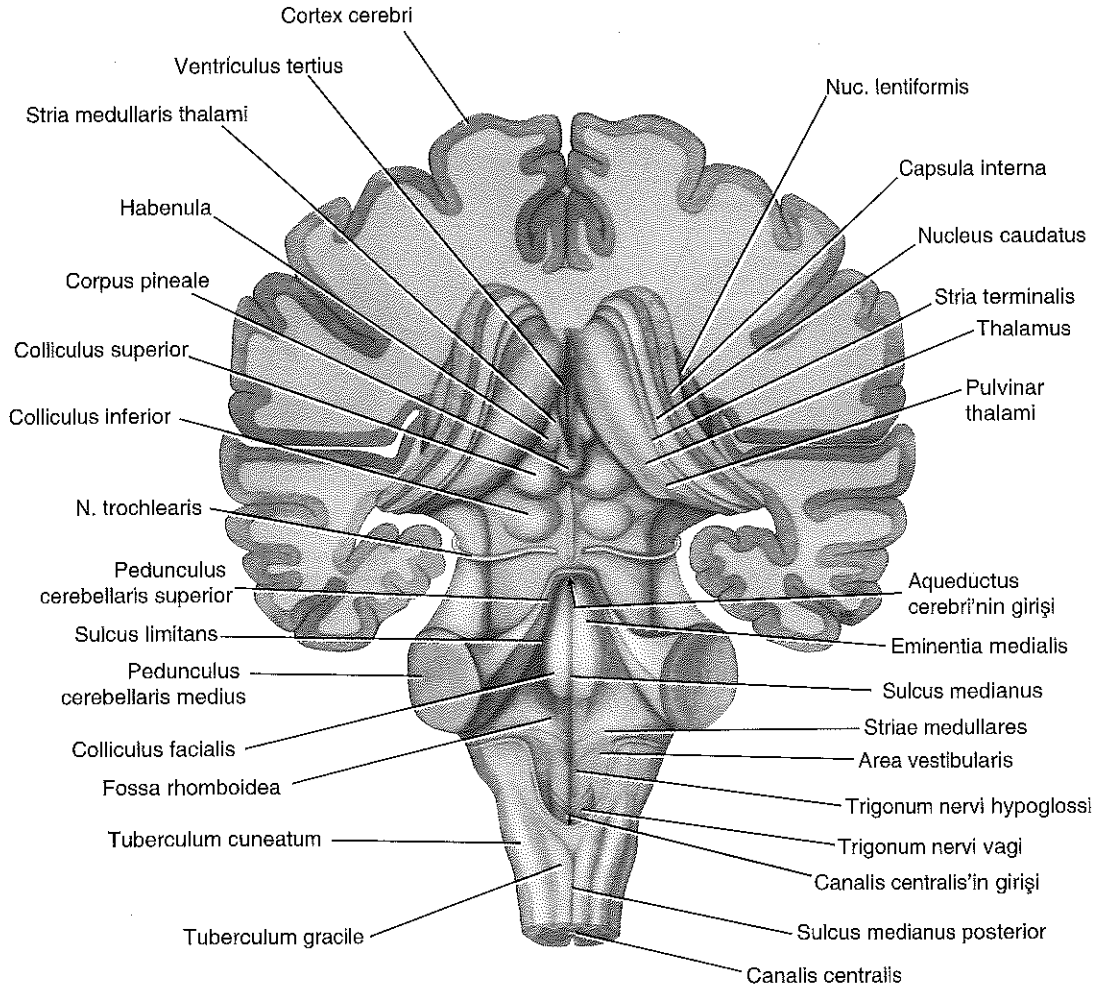
Nuclei Ventrales Thalami

Bu grubu oluşturan çekirdeklerin kranialden kaudale doğru sırası aşağıdadır.

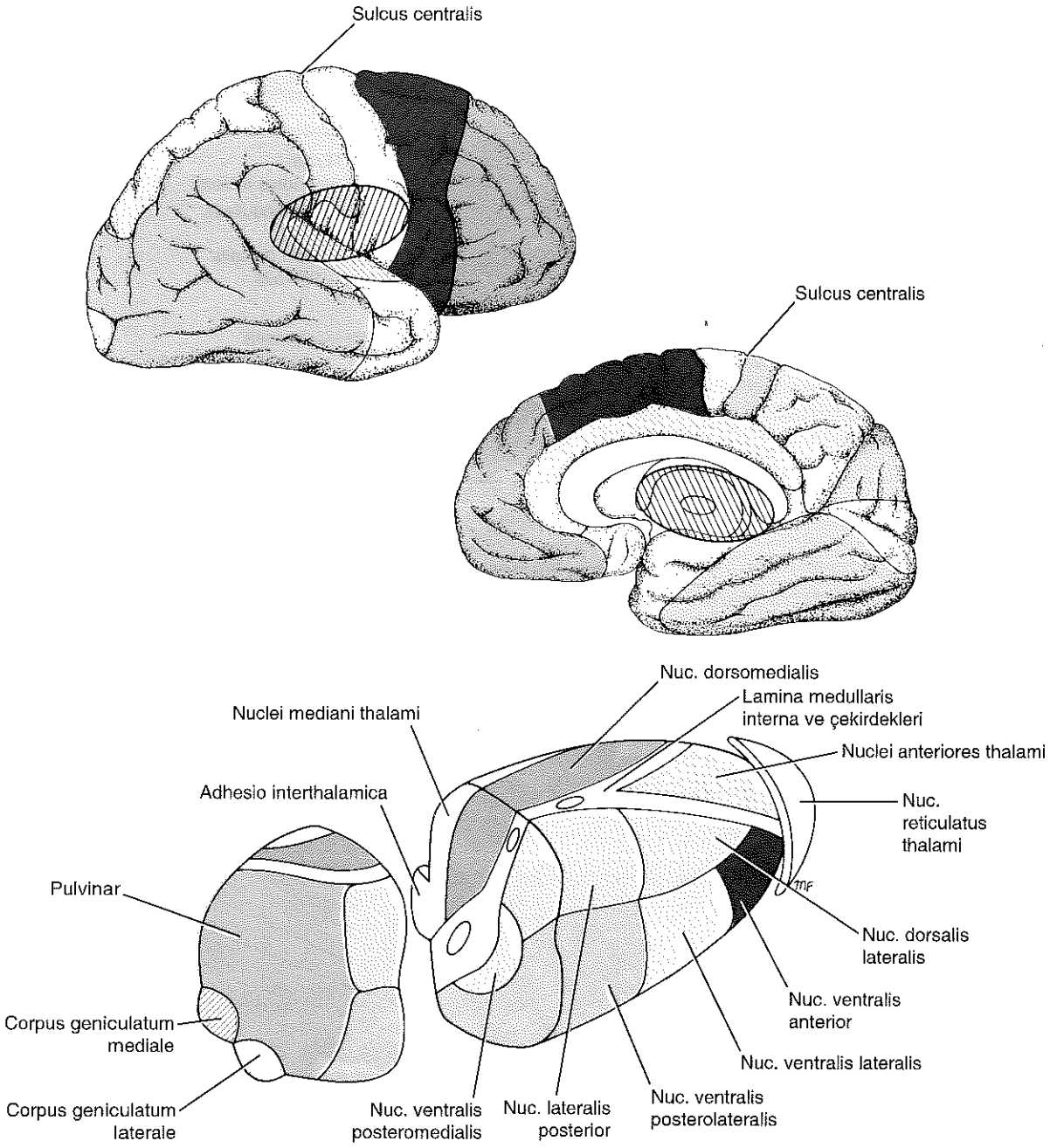
1. **Nucleus ventralis anterior** (Şek. 12-3). Bu çekirdek thalamus'un diğer çekirdekleri ile olduğu gibi formatio reticularis, substantia nigra, corpus striatum ve premotor korteks ile de bağlantıları vardır. Bu çekirdek corpus striatum ve frontal korteksin motor alanları arasında uzanan bir yol üzerinde bulunduğundan, çekirdekler büyük olasılıkla motor korteksin aktivitesini önemli ölçüde etkilerler.



Şekil 12-1 Talamus'un ilişkileri ve pozisyonunun görüldüğü serebral hemisferlerin koronal kesiti.



Şekil 12-2 Tectum mesencephali ve thalamus'un görüldüğü beyin sapının arkadan görünüşü.



Şekil 12-3 Önemli talamokortikal projeksiyonlar (Frank H. Netter, M.D.,'den adapte edilmiştir— *The CIBA Collection of Medical Illustrations*, copyright by CIBA Pharmaceutical Company, Division of CIBA-GEIGY Corporation).

2. **Nucleus ventralis lateralis** (Şek. 12-3): Bu çekirdeğin nucleus ventralis anterior'a benzer bağlantılarının yanında cerebellum'dan daha fazla, nucleus ruber'den ise daha az gelen lifleri vardır. Çekirdeğin başlıca uzantıları cortex cerebri'nin motor ve premotor bölgelerinden gelir. Bu talamik çekirdeğin motor aktiviteyi etkilediği sanılmaktadır.
3. **Nucleus ventralis posterior:** Bu çekirdek **nucleus ventralis posteromedialis** ve **nucleus ventralis posterolateralis** olarak iki subgruba ayrılır (Şek. 12-3). Nucleus ventralis posteromedialis, çıkan trigeminal ve tad yollarından lifler alırken, nucleus ventralis posterolateralis önemli duysal yollardan olan lemniscus medialis ve lemniscus spinalis'den lifler alır. Bu önemli çekirdeklerden kaynaklanan talamokortikal bağlantılar capsula interna'nın crus posterius ve corona radiata aracılığı ile cortex cerebri'nin gyrus postcentralis'deki primer somatik sensitif alanlarında ulaşır (3,1 ve 2 Alan).

Thalamus'un Diğer Çekirdekleri

Bu çekirdekler nuclei intralaminares, nuclei mediani, nucleus reticularis ve corpus geniculatum mediale ve laterale'dir.

Nuclei intralaminares; lamina medullaris interna içindeki sinir hücrelerinin kısa bağlantılarından oluşur (Şek. 12-3). Afferent liflerini tractus spinothalamicus ve tractus trigeminothalamicus gibi formatio reticularis'den alır; cortex cerebri'den gelen efferent lifler ise diğer talamik çekirdekler ve corpus striatum'a gider. Bu çekirdeklerin bireyin bilinç ve uyanıklılık düzeyini etkilediğine inanılmaktadır.

Nuclei mediani'yi ventriculus tertius ve adhesio interthalamica'ya bitişik sinir hücre kümeleri oluşturur (Şek. 12-3). Afferent lifleri formatio reticularis'den alırlar. Fonksiyonları tam olarak bilinmemektedir.

Nucleus reticularis thalami; lamina medullaris externa ve capsula interna'nın crus posterior'u arasında kalan ince bir tabaka sinir hücreleridir (Şek. 12-3). Cortex cerebri ve formatio reticularis'den gelen afferent lifler bu çekirdekte birbirine yaklaşır ve thalamus'un diğer çekirdeklerine giden lifleri vardır. Bu çekirdeğin fonksiyonu tamamiyle anlaşılmamıştır; ancak thalamus'un fonksiyonlarını düzenleyen cortex cerebri ilgili bir mekanizmada rol oynadığı sanılmaktadır.

Corpus geniculatum mediale, işitme yolunun bir bölümünü oluşturur. Thalamus'un arka yüzeyinde yer alan pulvinar thalami'nin yanındaki bir şişliktir (Şek. 12-3). Corpus geniculatum mediale'nin afferent lifleri **brachium colliculi inferioris**'i oluşturur ve colliculus inferior'dan gelir. Colliculus inferior'un lemniscus lateralis'in liflerinin sonlanmalarını aldığı unutulmamalıdır. Corpus geniculatum mediale özellikle karşı taraf kulak olmak üzere her iki kulaktan gelen işitme ile ilgili uyaranları alır.

Corpus geniculatum mediale'den ayrılan efferent lifler radiatio acustica'yı oluşturarak gyrus temporalis superiordaki işitme merkezine geçerler. **Corpus geniculatum laterale** görme yolunun bir kısmını oluşturur ve pulvinar thalami'nin alt yüzünde yer alan bir kabarıklıktır (Şek. 12-3). Çekirdek altı kat sinir hücresinden oluşur ve nucleus pretectalis'den geçen lifler dışında tractus opticus'un son istasyonudur. Lifler retina'nın ganglion hücre tabakasının aksonları olup aynı taraf gözün temporal, karşı taraf gözün nazal yarısından gelip daha sonra chiasma opticum'un ortasında çaprazlaşırlar. Böylece her bir corpus geniculatum laterale de karşı görme alanından gelen görme impulsları yer alır.

Corpus geniculatum laterale'den ayrılan efferent lifler radiatio optica'yı oluşturarak lobus occipitalis'deki görme merkezine ulaşırlar.

Thalamus'un Bağlantıları

Talamik çekirdekler ile santral sinir sisteminin diğer alanları arasındaki önemli sinirsel bağlantılar aşağıda belirtilmiştir.

1. Nucleus reticularis dışında tüm talamik çekirdekler aksonlarını cortex cerebri'nin farklı bölümlerine gönderirler (Şek. 12-3). Cortex cerebri'nin her bölümünün talamik çekirdeklere karşılıklı bağlantısı vardır. Thalamus ve cortex cerebri'nin birbirlerinin aktivitelerini etkileyip değiştirdiklerinden thalamus'un cortex cerebri ile bağlantılı olması thalamus'un bilgi alışını kolaylaştırır.
2. Thalamus, cerebellum ve bazal ganglionlar dahil olmak üzere iki sensori-motor aksonal bağlantı için önemli bir iletici istasyondur: (1) cerebello-rubro-thalamo-cortico-ponto-cerebellar yol ve (2) cortico-striata-pallido-thalamo-cortical yol. Her yol da istemli normal hareket için gereklidir.

Talamik çekirdekler, bağlantıları ve fonksiyonları Tablo 12-1'de gösterilmiştir. Talamik çekirdeklerin başlıca bağlantıları Şekil 12-4'de özetlenmiştir.

Thalamus'un Fonksiyonu

Muayene sırasında hekimin thalamus'un bütün çekirdeklerinin bağlantılarını detaylı bir biçimde bilmesi gerektiği gözardı edilmemelidir. Bu bölge üzerine sayısız araştırmaya rağmen bir çok çekirdeğin fonksiyonel önemi hakkında hala çok az bilgi birikimimiz vardır.

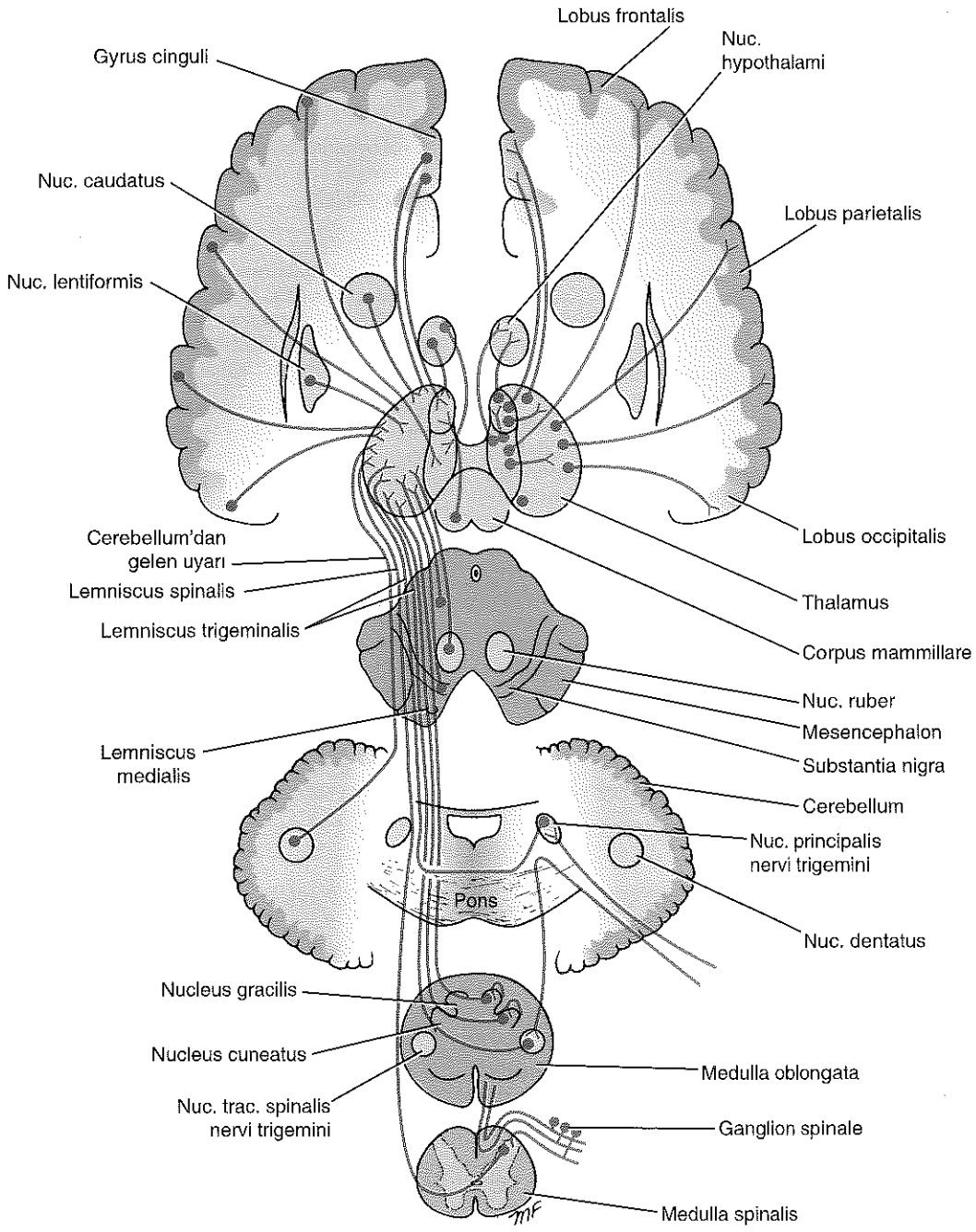
Aşağıdaki temel özellikler akılda tutulmalıdır:

1. Thalamus sinir hücrelerinin karmaşık bağlantılarını topladığından beyinin merkezinde yer alıp bunları birbirine bağlar.
2. Koku dışında her türlü duysal impulsun büyük bölümü thalamus'a gelir ve özetle çekirdeklerin birbirleriyle olan bağlantıları sayesinde duysal integrasyon sağlanır. Sonuçta oluşan uyarı, merkezi sinir sisteminin diğer bölümlerine iletilir. Koku duyusunun ilk önce daha alt merkezlerde tat ve diğer duyularla integrasyonu sağlanır ve thalamus'a ise corpus amygdaloideum ve hippocampus'dan tractus mamillothalamicus yoluyla iletilmesi mümkündür.
3. Anatomik ve fonksiyonel olarak thalamus ve cortex cerebri birbirine sıkıca bağlıdır. Bağlantı lifleri gösterilmiştir. Cortex cerebri'nin çıkarılması durumunda, thalamus'un sadece kaba impulsları değerlendirdiği bilinmektedir. Bununla birlikte uyaranların yorumlanmasında cortex cerebri'nin temel olarak yaşanan tecrübelere ihtiyaç göstermesi de bağlantı liflerinin varlığını kanıtlar.
4. Thalamus, bağlantıları gösterilmiş çok önemli çekirdekler içerir. Bu çekirdekler nucleus ventralis posteromedialis, nucleus ventralis posterolateralis, corpus geniculatum mediale ve laterale'dir. Bu çekirdeklerin lokalizasyonu ve bağlantıları öğrenilmelidir.

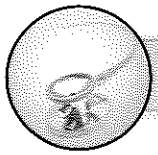
Tablo 12-1 Thalamus Çekirdekleri, Sinirsel Bağlantıları ve Fonksiyonları

Çekirdek	Afferent Bağlantı	Efferent Bağlantı	Fonksiyonu
Nucleus anterior	Fasciculus mammillo-thalamicus gyrus cinguli, hypothalamus	Gyrus cinguli, hypothalamus	Emosyonel durum, yakın hafıza
Nucleus dorsomedialis	Prefrontal korteks hypothalamus, diğer talamik çekirdekler	Prefrontal korteks, hypothalamus, diğer talamik çekirdekler	Somatik, visseral ve koku uyaranlarının bütünleştirilmesi, emosyonel ve subjektif durum
Nucleus lateralis dorsalis, nucleus lateralis posterior pulvinar	Cortex cerebri ve diğer talamik çekirdekler	Cortex cerebri ve diğer talamik çekirdekler	Bilinmiyor
Nucleus ventralis anterior	Formatio reticularis, substantia nigra, corpus striatum, premotor korteks, diğer talamik çekirdekler	Formatio reticularis, substantia nigra, corpus striatum, premotor korteks, diğer talamik çekirdekler	Motor korteksin fonksiyonunun etkiler
Nucleus ventralis lateralis	Nuc. ventralis anterior gibi ancak cerebellum'dan daha fazla nuc. ruber'den daha az bağlantısı vardır.		Motor korteksin fonksiyonunu etkiler
Nucleus ventralis posteromedialis (VPM)	Lemniscus medialis, tad duyusu yolları	Primer somatik-sensorial korteks (3,1 ve 2. Alan)	Duyuların bilince nakledilmesi
Nucleus ventralis posterolateralis (VPL)	Lemniscus mediais, lemniscus lateralis	Primer somatik-sensorial korteks (3,1 ve 2. Alan)	Duyuların bilince nakledilmesi
Nucleus intralaminaris	Formatio reticularis, tr. spinothalamicus, tr. trigeminothalamicus	Diğer talamik çekirdekler, corpus striatum aracılığıyla cortex cerebri'den	Bilinç ve uyanıklılık düzeyini etkiler
Nuclei mediani	Formatio reticularis	Bilinmiyor	Bilinmiyor
Nucleus reticularis	Cortex cerebri, formatio reticularis	Diğer talamik çekirdekler	Cortex cerebri'nin thalamus'a etkisinde rol oynar
Corpus geniculatum mediale	Colliculus inferior, özellikle karşı taraf olmak üzere her iki kulaktan gelen lemniscus lateralis	Radiatio acustica'dan gyrus temporalis superior'a	İşitme
Corpus geniculatum laterale	Tractus opticus	Radiatio optica'dan lobus occpitalis'deki görme merkezine	Karşı görme alanından görme uyaranlarını alır

5. Thalamus'un nuclei ventrolateralis ve ventroanterior'unun bazal ganglionlarla bağlantısı vardır. Bu nedenle istemsiz hareketler üzerinde etkilidir. Bu çekirdekler globus pallidus'dan uyarı alır. Beyin korteksinin prefrontal alanı premotor alanlara lif gönderir.
6. Nucleus dorsomedialis, frontal korteks ve hypothalamus ile kapsamlı bağlantıları olan büyük bir çekirdektir. Bu çekirdek bağlantı yolu üzerinde bulunduğundan subjektif duygulanma durumlarında ve kişilik oluşmasında rol oynadığı kanıtlanmıştır.
7. Nuclei intralaminares, formatio reticularis'in aktivasyonu ile yakından ilişkilidir. Uyarıların çoğunu bu kaynaktan alır. Özellik gösteren durumu nedeniyle cortex cerebri'nin her düzeyde aktivasyonun kontrolünü gerçekleştirir. Böylece nuclei intralaminares, kişinin bilinç ve uyanıklılık düzeyini kontrol eder.



Şekil 12-4 Thalamus'un temel bağlantıları. Sol tarafta afferent lifler, sağ tarafta efferent lifler gösterilmiştir.



KLİNİK SİNİRBİLİM

Thalamus'un uyarıları nakletme ve bütünleştirmesi, onun önemli bir merkez olmasına ve bu bölgenin hastalıklarının merkezi sinir sisteminde belirgin bozukluklara yol açmasına neden olacaktır. Thalamus'da tümöral tutulumlar, damarsal hastalıklar zemininde gelişen dejenerasyon ve kanamaya bağlı hasarlar olabilir.

Thalamus'un Lezyonları

Duyu Kaybı

Genellikle bu lezyonlar thalamus'u besleyen arterlerin birinde trombosis veya kanamaya bağlı olarak ortaya çıkar. Nucleus ventralis posterolateralis ve nucleus ventralis posteromedialis'deki lezyon; ışığa karşı duyarlılık, hareket, pozisyon hissi ve iki nokta ayırımı ile karşı vücut yarısında eklem-kas duyarlılığı dahil olmak üzere tüm duyu çeşitlerinde bozukluklara yol açar.

Thalamus'un diğer önemli sinirsel yapıların arasında merkezi konumlu olduğunun hatırlanması önemlidir. Bir talamik sendromda komşu yapıların disfonksiyonu sonucu da oluşan semptom ve bulguların talamik bozukluğu gölgelendirmesine sıklıkla rastlanır. Örneğin thalamus'un vasküler bir bozukluğu aynı zamanda mesencephalon'u da etkiler. Koma veya thalamus'un yandan tutulduğu bir rahatsızlıkta capsula interna'da etkilenebildiğinden duyusal hasar kadar yaygın motor zedelenme de söz konusu olabilir.

Cerrahi Girişim Ağrısı için Talamik Kateterizasyon

Thalamus'un intralaminar çekirdeklerinin cortex cerebri'ye ağrı rol oynadığı bilinmektedir. Bu çekirdeklerin katerizasyonu kanserin son dönemindeki şiddetli ve dayanılmaz ağrılarda yapılabilir.

Talamik Sendrom

Bu sendrom thalamus'un infaktının iyileşme dönemindeki hastada görülebilir. Lezyonun karşı tarafında, çoğu zaman kendiliğinden meydana gelen şiddetli ağrılar oluşur. Işık, soğuk teması ağrı duyarlılığını canlandırır. Güçlü ağrı kesici ilaçlara yetersiz yanıt alınabilir.

İstemdışı Anormal Hareketler

Choreoathetosis, ataklar halinde thalamus'un damarsal lezyonlarından sonra görülebilir. Bunun her zaman thalamus fonksiyon kaybından veya komşu nucleus lentiformis ve nucleus caudatus'un işin içine karışmasından meydana gelip gelmediği bilinmemektedir. Bu ataklar, talamik lezyon sonucu kas ve eklem hareketlerinin fark edilememesinden meydana gelebilir.

Talamik El

Talamik lezyonu olan bazı hastalarda lezyonun karşı tarafındaki elde anormal duruş pozisyonu vardır. Bilek pronasyonda ve fleksiyonda, artt. metacarpopharyngeales fleksiyonda ve artt. interphalangeales ise ekstansiyondadır. Parmaklar aktif olarak hareket ettirilebilir fakat hareketler yavaştır. Bu durum değişik kas gruplarında meydana gelen değişik kas tonuslarının sonucudur.

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ

1. 12 saat önce sol bacağında kuvvetsizlik hisseden 45 yaşındaki bir erkek, hastaneye başvurmuştur. Muayenesi sonucunda sol bacağında paralizi, sol kolunun kaslarında zayıflık görülmüştür. Etkilenmiş olan ekstremitelerdeki kaslarda tonus artışı ve sol taraftaki tendon reflekslerinde bir artış izlenmiştir. Bunun yanı sıra vücudun sol tarafında büyük ölçüde yüzeyel ve derin duyu kaybı gözlenmiştir. Muayene sırasında hastanın sol bacağında kendiliğinden meydana gelen atma hareketleri tesbit edilmiştir. Sol işaret parmağı ile burnunun ucuna dokunması istendiğinde titreme hareketi meydana gelmiştir. Sağ kolu ile yapılması istenen aynı hareketlerde ise hiçbir anormallik görülmemiştir. Üç gün sonra hasta sol bacağında şiddetli bir ağrıdan şikayet etmeye başlamıştır. Bu ağrı kendiliğinden veya yatak çarşafının hafif dokunuşu ile başlayabilmektedir. Teşhisiniz nedir? Çeşitli belirti ve semptomları nasıl açıklayabilirsiniz?

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. Bu hastanın sağ a. cerebri posterior'unun talamogenikulat dalında bir tıkanıklık vardır. Bunun sonucu olarak vücudun sol tarafındaki yüzeyel ve derin duyuların bozulmasına sebep olan sağ thalamus'un içindeki dejeneratif bir lezyon olmuştur. Sol bacak ve sol koldaki kasların tonuslarının artması, karşı taraftaki hemiparezi, sağ capsula interna'nın crus posterius'una yakın olan ödemin kortikospinal lifleri bloke etmesi sonucu oluşmuştur. Ödemin çözülmesi ile paralizi ve spastisite düzelmiştir. Sol bacaktaki koreoatotik hareketler ve sol koldaki titreme büyük olasılıkla sağ thalamus veya sağ dentatothalamik sinir liflerindeki hasardan dolayıdır. Sol bacaktaki şiddetli ağrı sağ thalamus'daki lezyondan dolayı oluşmuştur. Bu da talamik sendromun özelliğidir.

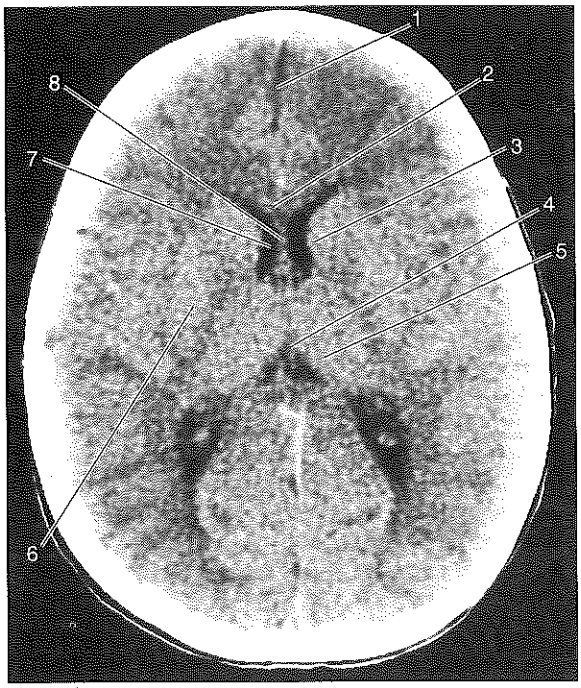
ÇALIŞMA SORULARI

Açıklama: Aşağıda numaralanmış soruları, harfli yanıtlar izlemektedir. Yanıtlardan Doğru olanı seçiniz.

1. Thalamus ile ilgili tanımlardan hangisi doğrudur?
   (a) Koku dışında tüm duyusal uyarılar nuclei thalami'ye afferent liflerle taşınarak ulaşır.
   (b) Nuclei thalami'ye cortex cerebri'den çok az sayıda afferent lif ulaşır.
   (c) Nuclei intralaminares thalami, formatio reticularis ile bağlantılı değildir.
   (d) Nuclei intralaminares thalami bilinç hali ve uyanıklık düzeyini etkilemeyebilir.
   (e) Thalamus'un alt yüzeyi stratum zonale adı verilen ince bir cevherle örtülüdür.
2. Thalamus ile ilgili tanımlardan hangisi doğrudur?
   (a) Lamina medullaris externa thalamus'un lateral yüzeyinde uzanan bir gri cevher alanıdır.
   (b) Y şeklindeki lamina medullaris externa thalamus'u üç ana gruba ayırır.
   (c) Nucleus ventralis posteromedialis, inen trigeminal ve tad duyusu yollarından lifler alır.
   (d) Cerebello-rubro-thalamo-cortico-ponto-cerebellar yol istemli harekette önemli bir yoldur.
   (e) Corpus mamillare-thalamus-corpus amygdaloideum-gyrus dentatus yolu postürün sağlanmasında önemlidir.
3. Nuclei thalami ile ilgili tanımlardan hangisi doğrudur?
   (a) Nuclei intralaminares thalami, lamina medullaris interna'nın dışında yer alır.
   (b) Nucleus ventralis posterolateralis; lemniscus medialis ve lemniscus spinalis'e ait inen duyu yollarını alır.
   (c) Nucleus anterolateralis'in uzantıları gyrus postcentralis'e ulaşır.
   (d) Nucleus reticulatus, formatio reticularis'in bir parçasıdır.
   (e) Nucleus ventralis posterolateralis'in uzantıları capsula interna'nın crus posterius'undan geçerek gyrus postcentralis'e ulaşır.
4. Corpus geniculatum mediale ile ilgili tanımlardan hangisi doğrudur?
   (a) Corpus geniculatum mediale işitme duyularını colliculus superior ve lemniscus lateralis'den alır.
   (b) Corpus geniculatum mediale'nin efferent lifleri brachium inferior'u oluşturur.
   (c) Corpus geniculatum mediale, işitme duyularını özellikle karşı kulaktan olmak üzere her iki kulaktan alır.
   (d) Lifler corpus geniculatum mediale'den gyrus temporalis inferior'daki işitme merkezine uzanır.
   (e) Corpus geniculatum mediale, thalamus'un ön yüzündeki bir kabartıdır.
5. Corpus geniculatum mediale ile ilgili tanımlardan hangisi doğrudur?
   (a) Corpus geniculatum laterale nervus opticus'un liflerinin çoğunu alır.
   (b) Her bir corpus geniculatum laterale görme duyusunu karşı taraf görme alanından alır.
   (c) Corpus geniculatum laterale, oniki tabaka sinir hücresinden oluşmuş bir çekirdektir.
   (d) Corpus geniculatum laterale, nucleus ruber seviyesindeki mesencephalon'un bir parçasıdır.
   (e) Corpus geniculatum laterale'nin afferent lifleri, retina'daki koni ve basil hücrelerinin aksonal uzantılarıdır.

Açıklama: 6-13. sorular aşağıdaki şekle (Şekil 12-5) göre yanıtlanacaktır.

6. 1 numaralı yapı:
   (a) falx cerebelli
   (b) A. cerebri anterior
   (c) crista frontalis
   (d) sutura sagittalis
   (e) fissura longitudinalis cerebri
7. 2 numaralı yapı:
   (a) genu corporis callosi
   (b) lamina terminalis
   (c) septum pellucidum
   (d) columna anterior fornicis
   (e) adhesio interthalamica



Şekil 12-5 Beynin horizontal kesit CT skan görüntüsü.

8. 3 numaralı yapı:
   (a) nucleus lentiformis
   (b) capsula interna
   (c) putamen
   (d) caput nuclei caudate
   (e) globus pallidus
9. 4 numaralı yapı:
   (a) corpus pineale
   (b) falx cerebri
   (c) ventriculus tertius
   (d) septum pellucidum
   (e) vena cerebri magna
10. 5 numaralı yapı:
   (a) corpus geniculatum mediale
   (b) thalamus
   (c) plexus choroideus, ventriculus lateralis
   (d) corpus nuclei caudati
   (e) ventriculus tertius
11. 6 numaralı yapı:
   (a) thalamus
   (b) caput nuclei caudati
   (c) capsula interna
   (d) claustrum
   (e) nucleus lentiformis
12. 7 numaralı yapı
   (a) pars centralis, ventriculus lateralis
   (b) cornu occipitale, ventriculus lateralis
   (c) cornu frontale, ventriculus lateralis
   (d) ventriculus tertius
   (e) ventriculus quartus
13. 8 numaralı yapı:
   (a) septum pellucidum
   (b) falx cerebri
   (c) a. cerebri anterior
   (d) lamina terminalis
   (e) adhesio interthalamica

ÇALIŞMA SORULARININ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. Doğru yanıt A. Koku dışında tüm duyusal uyarılar nuclei thalami'ye afferent liflerle taşınarak ulaşır (Bkz. Sayfa 375). B. Nuclei thalami'ye cortex cerebri'den çok sayıda afferent lif ulaşır (Bkz. Sayfa 375). C. Nuclei intralaminares thalami, formatio reticularis ile yakından ilişkilidir (Bkz. Sayfa 375). D. Nuclei intralaminares thalami bilinç hali ve uyanıklık düzeyini etkileyebilir (Bkz. Sayfa 375). E. Stratum zonale thalamus'un üst yüzeyinde uzanan ince bir beyaz cevher tabakasıdır (Bkz. Şek. 12-1).
2. Doğru yanıt D. Cerebello-rubro-thalamo-cortico-ponto-cerebellar yol istemli harekette önemli bir yoldur. (Bkz. Sayfa 375. A. Thalamus'un dış yüzeyinde lamina medullaris externa adı verilen beyaz bir alan vardır (Bkz Şek. 12-1). B. Y şeklindeki lamina medullaris interna thalamus'u üç ana gruba ayırır. C. Nucleus ventralis posteromedialis, yükselen trigeminal ve tad duyusu liflerini alır (Bkz. Sayfa 375) E. Corpus mamillare-thalamus-corpus amygdaloideum-gyrus dentatus yolu postürün sağlanmasında önemli bir yol değildir.
3. Doğru yanıt E. Nucleus ventralis posterolateralis'in uzantıları capsula interna'nın crus posterior'undan geçerek gyrus postcentralis'e ulaşır. A. Nuclei intralaminares thalami, lamina medullaris interna'nın içinde yer alır (Bkz. Şek. 12-3). B. Nucleus ventralis posterolateralis; lemniscus medialis ve lemniscus spinalis'e ait çıkan duyu yollarını alır (Bkz. Sayfa 375). C. Nucleus posterolateralis'in uzantıları gyrus postcentralis'e ulaşır (Bkz sayfa 375). D. Nucleus reticulatus, formatio reticularis'den afferent lifler almasına rağmen onun bir parçası değildir (Bkz. Sayfa 375).
4. Doğru yanıt C. Corpus geniculatum mediale işitme duyularını özellikle karşı kulaktan olmak üzere her iki kulaktan alır (Bkz. Sayfa 375). A. Corpus geniculatum mediale işitme duyularını colliculus inferior ve lemniscus lateralis'den alır (Bkz.. sayfa 375). B. Corpus geniculatum mediale'nin afferent lifleri brachium inferior'u oluşturur (Bkz. sayfa 375). D. Lifler corpus geniculatum mediale'den gyrus temporalis superior'daki işitme merkezine uzanır (Bkz. sayfa 375). E. Corpus geniculatum mediale thalamus'un arka yüzündeki bir kabartıdır (Bkz. Şek. 12-3).
5. Doğru yanıt B. Her bir corpus geniculatum laterale görme duyusunu karşı taraf görme alanından alır (Bkz. sayfa 375). A. Corpus geniculatum laterale tractus opticus'un liflerinin çoğunu alır (Bkz. sayfa 375). C. Corpus geniculatum laterale altı tabaka sinir hücresinden oluşmuş bir çekirdektir (Bkz. sayfa 375).D. Corpus geniculatum laterale pulvinar thalami'nin alt yüzündeki bir kabartıdır (Bkz. Şek. 12-3). E. Corpus geniculatum laterale'nin afferent lifleri, retina'daki ganglion hücrelerinin aksonal uzantılarıdır (Bkz. sayfa 375).

Beyin horizontal kesit (aksiyal) CT görüntüsüne ait Şekil 12-5'in yanıtları aşağıdadır

6. Doğru E'dir. 1 numaralı yapı fissura longitudinalis cerebri'dir.
7. Doğru A'dir. 2 numaralı yapı genu corporis callosi'dir.
8. Doğru D'dir. 3 numaralı yapı caput nuclei caudati'dir.
9. Doğru C'dir. 4. numaralı yapı üçüncü ventriküldür.
10. Doğru B'dir. 5 numaralı yapı thalamus'tur.
11. Doğru E'dir. 6 numaralı yapı nucleus lentiformis'tir
12. Doğru C'dir. 7 numaralı yapı cornu frontale/anterius ventriculus lateralis'tir.
13. Doğru A'dir. 8 numaralı yapı septum pellucidum'dur.

Ek Okumalar

Bertrand, G., Jasper, H. H., and Wong, A. Microelectrode study of the human thalamus, functional organization in the ventrobasal complex. *Confin. Neurol.* 29:81, 1967.

Carpenter, M. B. Ventral tier thalamic nuclei. In D. Williams (ed.), *Modern Trends in Neurology* (p. 1). London: Butterworth, 1967.

Craig, A. D., Bushnell, M. C., Zhang, E. T., and Blomqvist, A. A thalamic nucleus specific for pain and temperature sensation. *Nature* 372:770–773, 1994.

Davis, K. D., Kwan, C. L., Crawley, A. P., and Mikulis, D. J. Functional MRI study of thalamic and cortical activations evoked by cutaneous heat, cold and tactile stimuli. *J. Neurophysiol.* 80:1533, 1998.

Dejerine, J., and Roussy, G. Le syndrome thalamique. *Rev. Neurol.* 14:521–532, 1906.

Guyton, A. C., and Hall, J. E. *Textbook of Medical Physiology* (11th ed.). Philadelphia: Elsevier, Saunders, 2006.

Jones, E. G. The anatomy of sensory relay functions in the thalamus. In E. Holstege (ed.), *Role of the Forebrain in Sensation and Behavior* (pp. 29–53). Amsterdam: Elsevier, 1991.

Jones, E. G. *The Thalamus.* New York: Plenum, 1985.

Markowitsch, H. J. Thalamic mediodorsal nucleus and memory: A critical evaluation of studies in animals and man. *Neurosci. Behav. Rev.* 6:351, 1982.

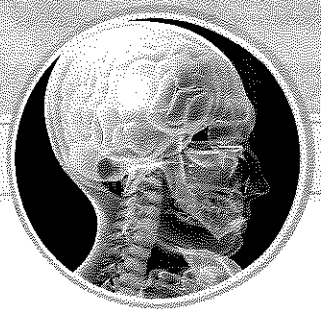
Purpura, D., and Yahr, M. D. *The Thalamus.* New York: Columbia University Press, 1986.

Schuurman, P. R., Bosch, D. A., Bossuyt, P. M. M., Bonsel, G. J., van Someren E. J. W., de Bie, R. M. A., et al. A comparison of continuous thalamic stimulation and thalamotomy for suppression of severe tremor. *N. Engl. J. Med.* 342:461, 2000.

Steriade, M. Mechanisms underlying cortical activation: Neuronal organization and properties of the midbrain reticular core and intralaminar thalamic nuclei. In O. Pompeiano and C. A. Marsan (eds.), *Awareness* (p. 327). New York: Raven, 1981.

Steriade, M., Jones, E. G., and McCormick, D. *Thalamus.* Amsterdam: Elsevier, 1997.

Van Buren, J. M., and Borke, R. C. *Variations and Connections of the Human Thalamus.* Berlin: Springer, 1972.



BÖLÜM 13

Çeviri: Dr. Figen GÖVSA GÖKMEN

HYPOTHALAMUS VE BAĞLANTILARI

Aşırı kilo kaybı şikayetiyle 16 yaşında bir genç kız, annesi tarafından çocuk hekimine gösterildi. Anne kilo kaybının yaklaşık bir yıl önce başladığını ifade etti. Çocuğundaki yemek yeme alışkanlığının, önceleri sadece yediklerinde seçici davranırken zamanla hiç bir şey yememe şekline dönüştüğünü söyledi. Kızının huyunun değiştiğini ve yabancılarla bir araya gelmekten korkar olduğunu anlattı. Yakınları ise genç kızın sinirli, huzursuz ve ağlama nöbetleri geçirdiğini farkettiler. Genç kıza daha fazla yemek yemesi konusunda israr edildiğinde; zamanla şişmanlayacağını ve rejim yapmak zorunda kalacağı şeklinde bir karşılık verdi. Genç kızın üç ay önce mensturasyonunun kesilmesi dışında anormal olan başka hiç bir bulgusu yoktu.

Çocuk hekiminin sorgulamasında genç kızın kalori hesaplaması yaptığı ve bazen fazla yemek yediği durumlarda ise tuvalette parmaklarıyla kendi kendine kusduğu anlaşıldı. Fizik muayenesinde; genç kızda yüz çukurlarında karakteristik çökme, belirginleşmiş kemikler ve erimiş kalça gibi kilo kaybının aşikar bulguları izlendi. Ekstremitelerin soğukluğu ve 85/60 mmHg'lık düşük kan basıncı varlığından başka bir bozukluk saptanmadı.

Çocuk hekimi tanısını anoreksia nervosa olarak koyup hastayı hastaneye yatırdı. Hastanın psikolojik tedavisinde konusunda uzman hemşirelerin desteğiyle, genç kızın güveninin arttırılması sağlanmaya çalışıldı. Tedavide ilk olarak hasta dengeli beslenmesi konusunda ikna edilip, kilosunu normale döndürmeye çalışmakla başlandı.

Anoreksia nervosa, normal olarak hypothalamus'un kontrol ettiği beslenme ve endokrin fonksiyonlarında bir bozukluktur. Bunun yanı sıra psikojenik kaynaklı bir rahatsızlık olduğu da kuvvetli bir olasılıktır.

BÖLÜMÜN HEDEFLERİ

- Hypothalamus'un sınırlarını çizip yerini belirlemek ve bu önemli alandaki değişik çekirdekleri de kısaca gözden geçirmek,
- Özellikle bağlantılı hypothalamus ve glandula pituitaria arasında olan belli başlı çekirdekleri gözden geçirmek,
- Hypothalamus'un hasarına bağlı olarak sıklıkla görülebilecek bazı klinik tablolar üzerinde durmaktır.

Hypothalamus'un boyutu küçük olmasına karşın (beyin ağırlığının % 0.3'ü) merkezi sinir sisteminin oldukça önemli bir parçasıdır. Yaşam için gereklidir. Otonom sinir sistemi ve endokrin sistemi kontrol ederek, dolaylı bir biçimde vücut hemostazını düzenler. Hypothalamus bu amaçla limbik sistemin merkezinde yer alır. Birbirine yaklaşan ve uzaklaşan sayısız sinirsel yolun bulunduğu bu bölgenin uygun kan kimyası sayesinde yeterli kan sağladığı bilinmektedir. Hypothalamus sinirsel ve kimyasal uyaranları bütünleştirerek yanıtların kontrol edilmesini sağlar.

Hypothalamus

Hypothalamus önde chiasma opticum, arkada corpus mammillare arasında uzanan diencephalon'un bir bölümüdür. Thalamus'un altında yer alır ve ventriculus tertius'un tabanı ile alt yüzünün dışyan duvarlarını oluşturur (Şek. 13-1). Hypothalamus'un önündeki bir alan fonksiyonel benzerliği açısından hypothalamus'a dahil edilmiştir. Bu alan; chiasma opticum'dan lamina terminalis ve commissura anterior'a kadar uzanan **area preoptica** olarak tanımlanan yerdir. Hypothalamus arkada tegmentum mesencephali ile birleşir. Hypothalamus'un dış yan sınırı capsula interna tarafından oluşturulur.

Aşağıda, hypothalamus'la ilgili yapılar önden arkaya doğru gözden geçirildiğinde (1) chiasma opticum, (2) tuber cinereum ve infundibulum ve (3) corpus mammillare yer alır (Şek. 13-2).

Beynin bu küçük bölümü, aşağıdaki paragraflarda belirtildiği şekilde otonom sinir sistemi ve nöroendokrin sistem üzerinden vücut homeostazisinin kontrolü sağlar; emosyonel davranışlarda yaşamsal bir rol oynar.

Hypothalamus'un Çekirdekleri

Çekirdeklerin esas grupları aşağıda sunulmuştur. Çekirdekler tasarılı sagital bir düzlem ile medial ve lateral gruba ayrılarak bu tanımlama gerçekleştirilir (Şek. 13-3). Columna fornicis ve fasciculus mamillothalamicus'tan geçen bu düzlem bölümleri birbirinden ayırır (Şek. 13-3, 13-4).

Medial Bölüm

Medial bölümde bulunan hypothalamus çekirdekleri önden arkaya doğru şöyle tanımlanmıştır: (1) **nucleus preopticus**'un bir bölümü; (2) nucleus preopticus'la birleşen **nucleus anterior**; (3) **nucleus suprachiasmaticus**; (4) **nucleus paraventricularis**; (5) **nucleus hypothalamicus dorsomedialis**; (6) **nucleus hypothalamicus ventromedialis**; (7) **nucleus infundibularis (arcuatus)**; (8) **nucleus hypothalamicus posterior**.

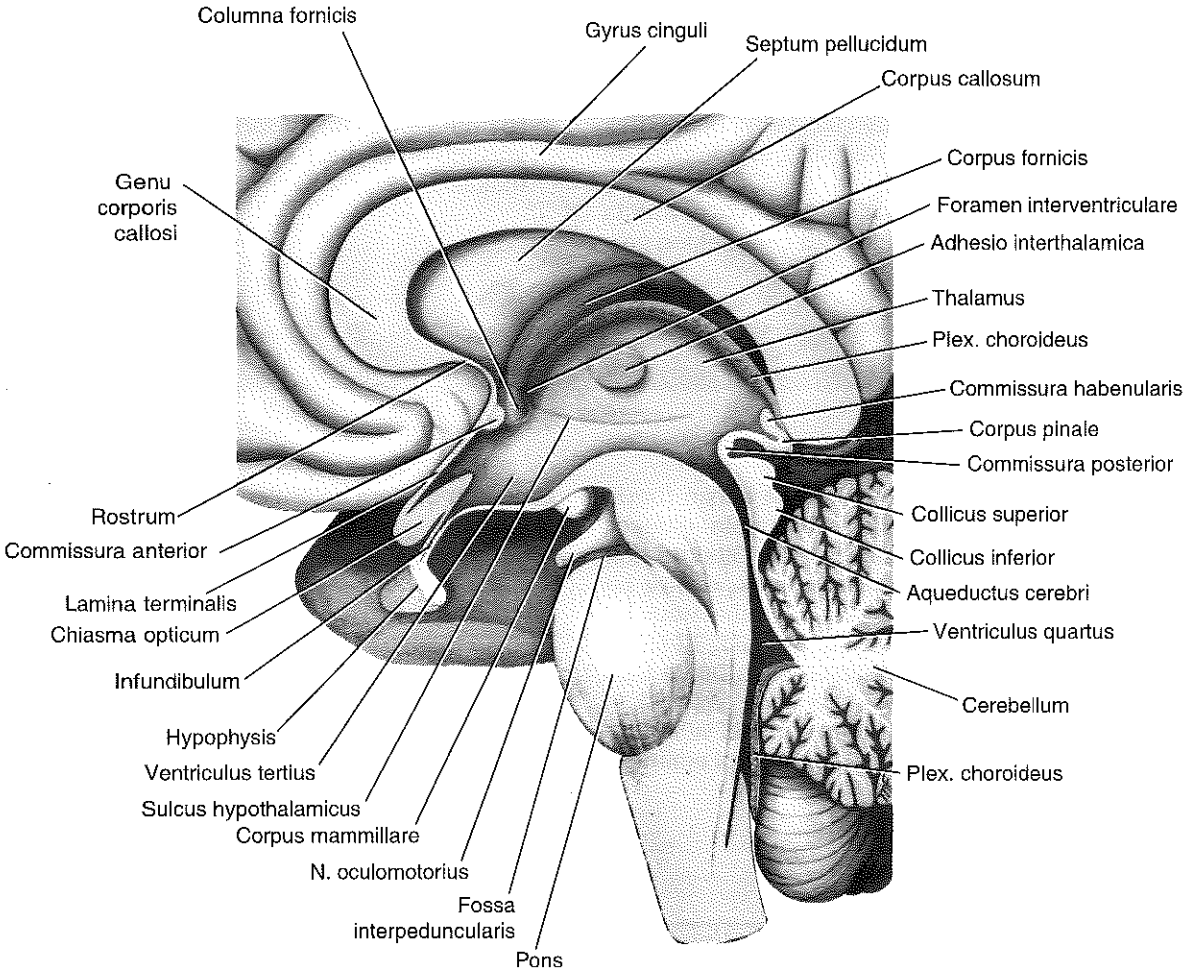
Lateral Bölüm

Lateral bölümde bulunan hypothalamus çekirdekleri önden arkaya doğru şöyle tanımlanmıştır: (1) **Nucleus preopticus**'un bir bölümü, (2) **nucleus suprachiasmaticus**'un bir bölümü, (3) **nucleus supraopticus**, (4) **nucleus hypothalamicus lateralis**, (5) **nucleus corporis mammillaris**, (6) **nuclei tuberales** (nuclei tuberales laterales).

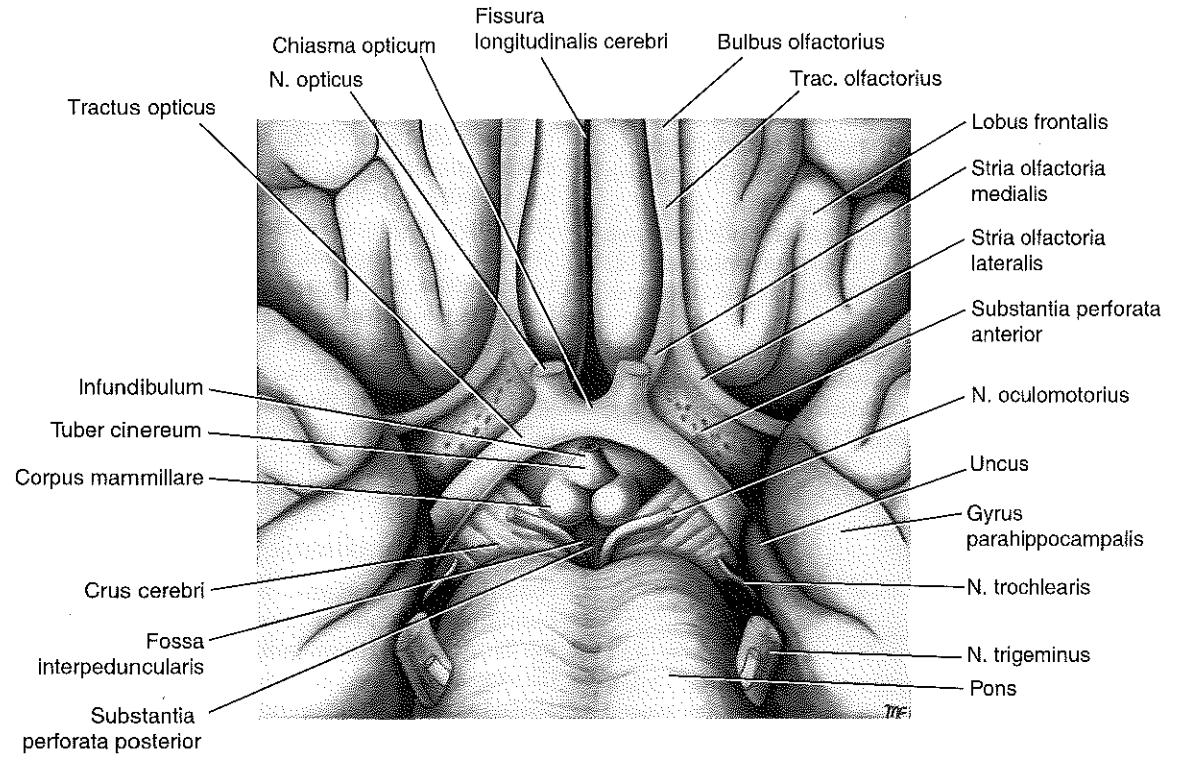
Nucleus preopticus, nucleus suprachiasmaticus ve nuclei mammillares gibi çekirdekler hypothalamus'un her iki bölümünde bulunur. Burada hypothalamus çekirdeklerinin çoğunun sınırlarının tam olmadığını belirtmek gerekir. Histokimyasal, immunokimyasal ve anterograd ve retrograd yol çalışmaları gibi modern teknolojiler kullanılmasıyla nöron grupları ve onların bağlantıları daha fazla açığa çıkarıldı. Ne yazık ki yeni hücre gruplarının keşfedilmesi ve isimlendirilmesi, okuyucu için yeni ve eski terminoloji birlikte daha zor hale geldi. Sadece iyi tanımlanmış hücre grupları ve onların bağlantıları detaylandırıldı.

İletimin Hipotalamik Bağlantıları

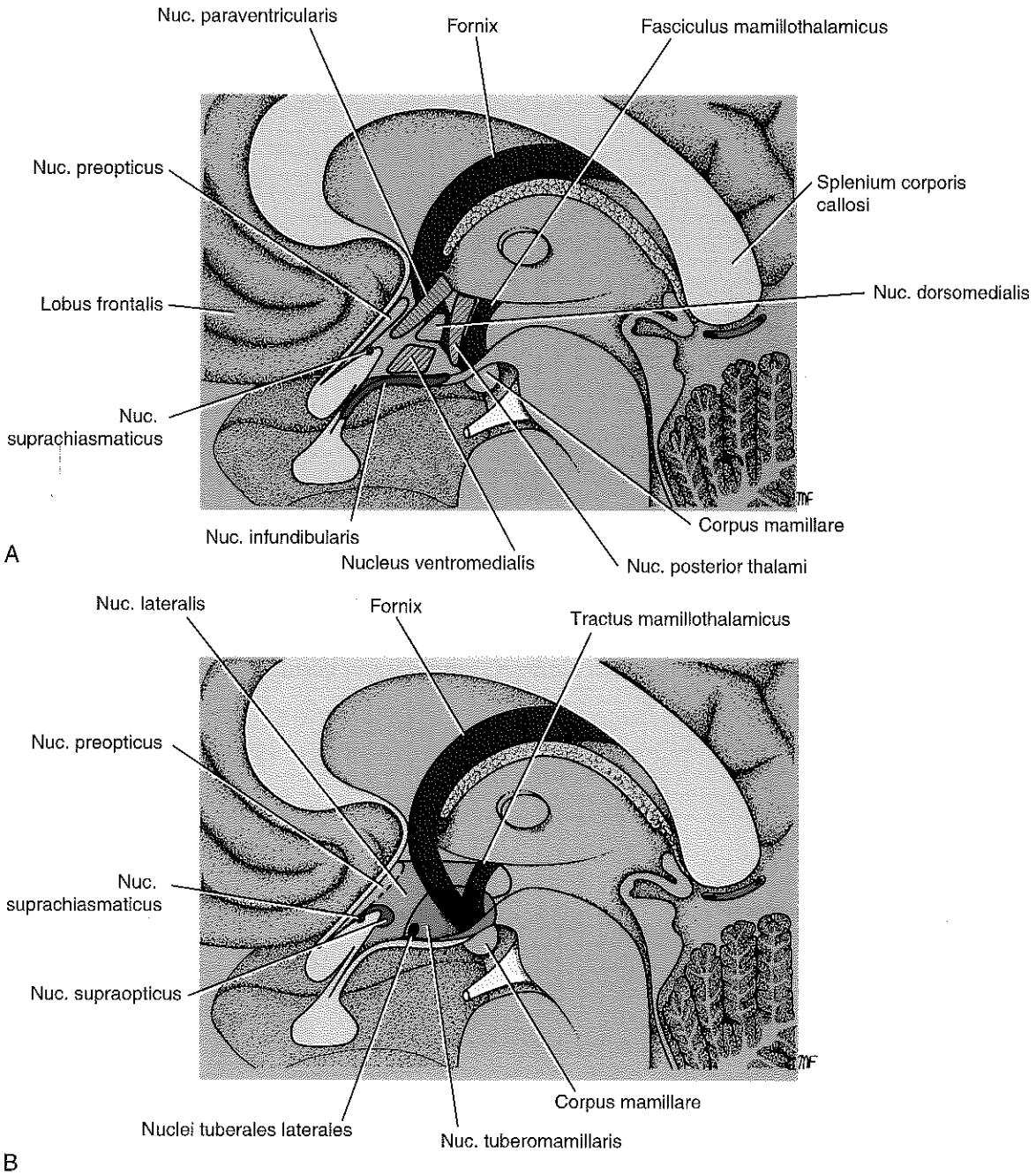
Hypothalamus vücudun büyük bölümünden 1. sinirsel bağlantılar, 2. kan akımı ve 3. beyin omurilik sıvısı aracılığı ile uyarı alır. Hipotalamik çekirdeklerin nöronları kendilerini aynı düzen için kontrol ederler. Beyin omurilik sıvısı, hypothalamus'un nörosekretuvar hücreleri ile beynin diğer bölümleri arasında bir iletici görevi görür.



Şekil 13-1 Hypothalamus'un konumunun görüldüğü beynin sagittal kesiti.



Şekil 13-2 Hypothalamus'un bölümlerinin görüldüğü beynin alt yüzü.



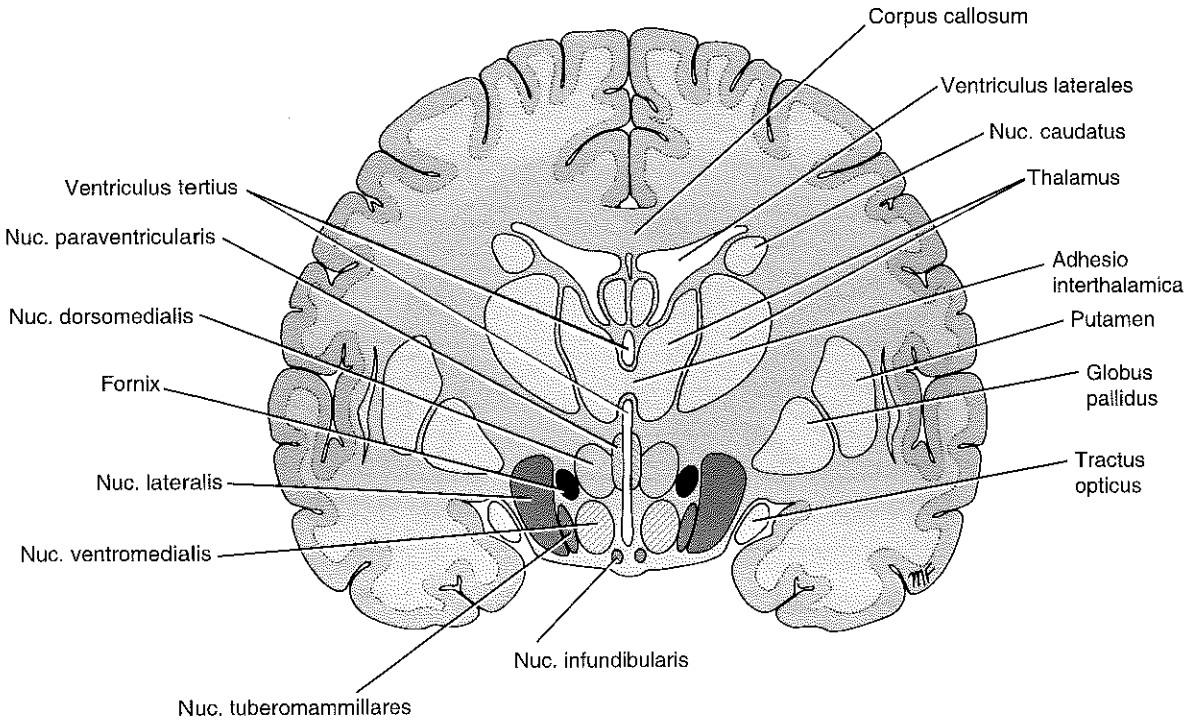
Şekil 13-3 Hipotalamus çekirdeklerinin görüldüğü beynin sagittal kesiti. **A:** Fasciculus mammillothalamicus ve fornix'ten geçen içyanında yer alan medial zon. **B:** Fasciculus mamillothalamicus ve fornix'ten geçen planın dışyanında yer alan lateral zon.

Hypothalamus'un Afferent Bağlantıları

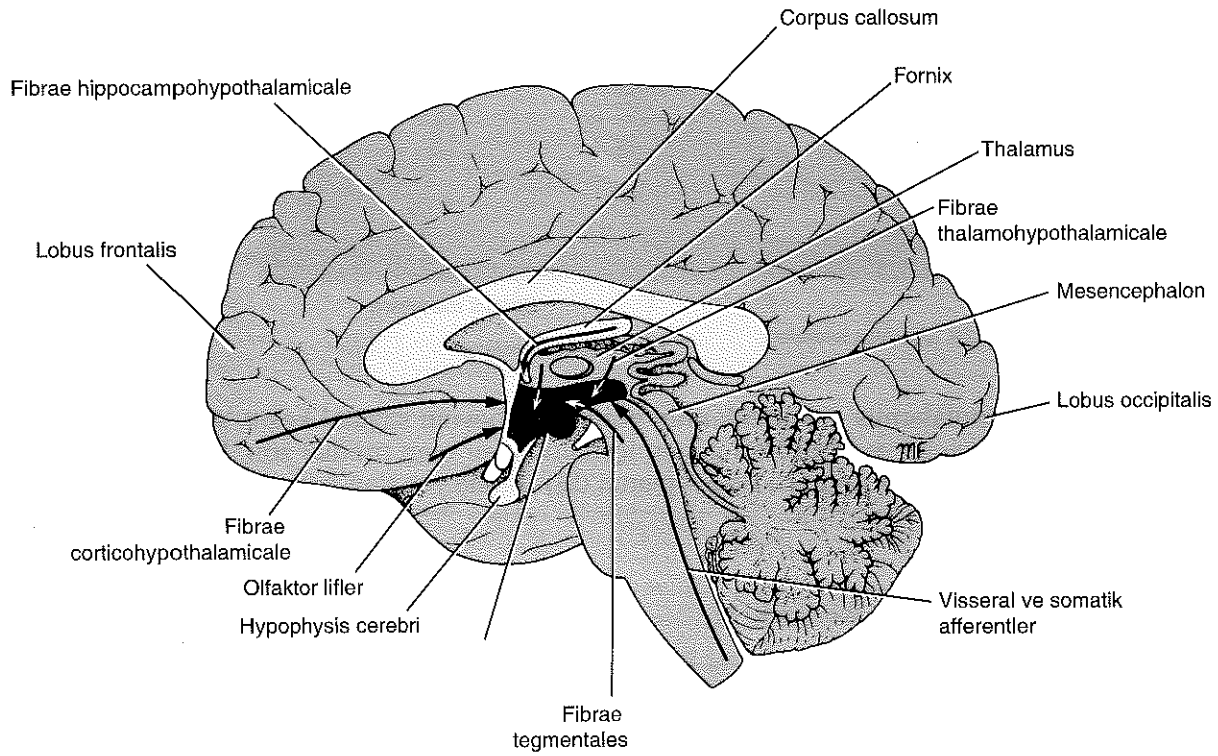
Limbik sistemin merkezinde yer alan hypothalamus; iç organlar, regio olfactoria'nın müköz membranı, beyin korteksi ve limbik sistemden pek çok afferent lif alır.

Afferent yolların çok sayıda ve karışık olması nedeniyle, sadece belli başlı yollar tanıtılacaktır (Şek. 13-5).

1. **Visseral ve somatik afferent** lifler hypothalamus'a formatio reticularis, tr. solitarius ve lemniskal afferent liflerin kollateral bağlantıları aracılığı ile taşınır.



Şekil 13-4 Hypothalamus çekirdeklerinin konumlarının görüldüğü serebral hemisferlerin koronal kesiti.



Şekil 13-5 Hypothalamus'a giren esas afferent yolların görüldüğü beynin sagittal kesiti.

2. **Görme afferentleri** chiasma opticum'dan ayrılarak nucleus suprachiasmaticus'a geçer.
3. **Koku**, fasciculus medialis telencephali aracılığı ile taşınır.
4. **İşitme afferentleri** saptanmadı; ancak ses uyaranının hipotalamus işlevini etkilediğinden bu lifler olmalıdır.
5. **Tractus corticohypothalamicus** cortex cerebri'nin lobus frontalis'inden çıkar ve doğrudan hypothalamus'a gelir.
6. **Tractus hippocampohypothalamicus,** fornix cerebri aracılığı ile hippocampus'dan gelir ve hypothalamus'da sonlanır. Birçok nörofizyolog hypothalamus'u limbik sistemin ana çıkış kaynağı olarak kabul ederler.
7. **Tractus amygdalohypothalamicus**, stria terminalis aracılığı ile hypothalamicus'dan gelip nucleus lentiformis altından geçerek corpus amydaloideum'da sonlanır.
8. **Tractus thalamohypothalamicus**'un lifleri nucleus medialis dorsalis ve nuclei mediani thalami'den gelir.
9. **Tegmental lifler** mesencephalon'dan gelir.

Hypothalamus'un belli başlı afferent bağlantıları Tablo 13-1'de özetlenmiştir.

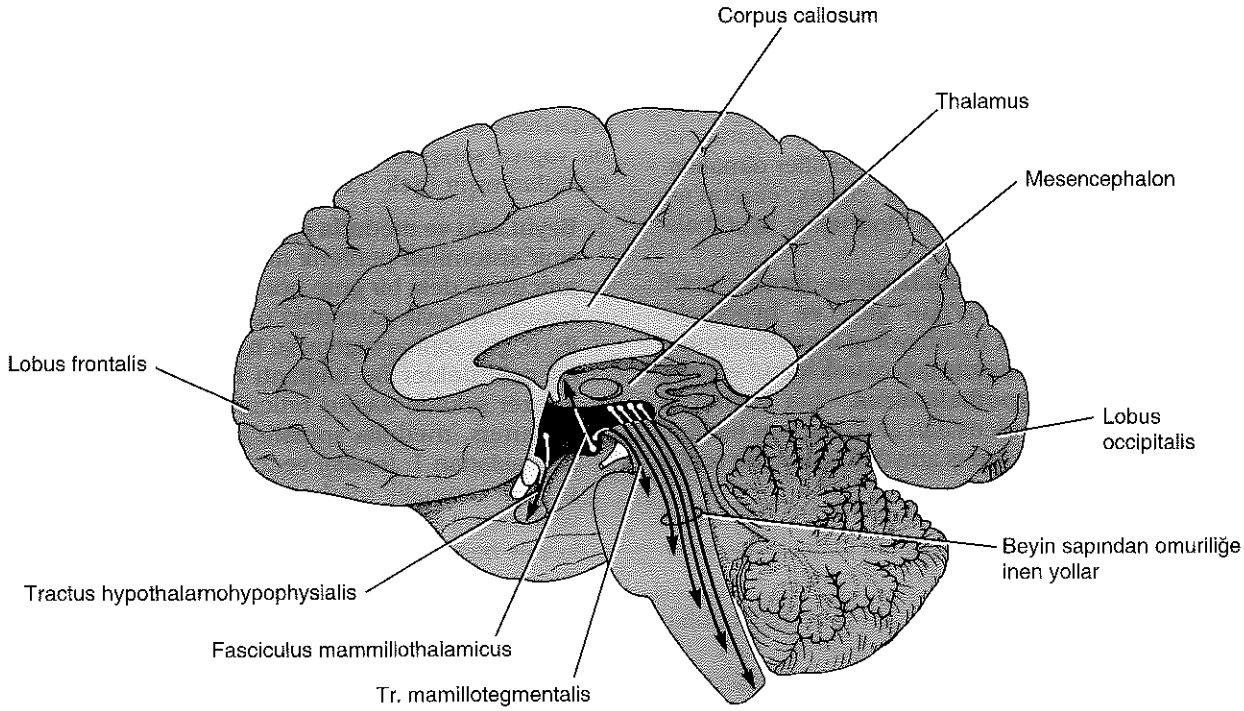
Hypothalamus'un Efferent Bağlantıları

Hypothalamus'un efferent yolları da çok sayıda ve karışık bir yapıya sahip olduğundan burada sadece ana yollar tanımlanmıştır (Şek. 13-6).

1. **Beyin sakı ve medulla spinalis'e gelen lifler** otonom sinir sisteminin periferik nöronlarını etkiler. Formatio reticularis'deki bir grup nöronun aracılığı ile hypothalamus'un beyin sapındaki n. oculomotorius, n. facialis, n. glossopharyngeus ve n. vagus'a ait parasempatik çekirdekler ile bağlantı kurduğu bilinmektedir. Benzer şekilde tractus reticulospinalis'in lifleri hypothalamus, medulla spinalis'in cornu lateralis'inden kaynaklanan 1. torakal ve 2. lumbal segmentleri arasındaki sempatik merkez ve medulla spinalis'in 2., 3. ve 4. sakral segmentlerdeki sakral parasempatik merkez ile bağlantı kurar.
2. **Tractus mamillothalamicus**, corpus mamillare'den başlayıp thalamus'un ön grubundaki çekirdeklere (nuclei anteriores thalami) ulaşır. Lifler burada sinaps yaparak gyrus cinguli'ye geçer.

Tablo 13-1 Hypothalamus'un Başlıca Afferent ve Efferent Bağlantıları

Yol	Kaynak	Ulaştığı Yer
Afferent		
Lemniscus medialis, lemniscus spinalis, formatio reticularis	İç organlar ve somatik yapılar	Hypothalamus çekirdekleri
Visual lifler	Retina	Nuc. suprachiasmaticus
Fasciculus medialis telencephali	Regio olfactoria mukozası	Hypothalamus çekirdekleri
Auditor lifler	İç kulak	Hypothalamus çekirdekleri
Tr. corticohypothalamicus	Cortex cerebri (lobus frontalis)	Hypothalamus çekirdekleri
Tr. hippocampohypothalamicus (Limbik sist. esas çıkış yolu)	Hippocampus	Corpus mamillare çekirdekleri
Tr. amygdalahypothalamicus	Corpus amydaloideum	Hypothalamus çekirdekleri
Tr. thalamohypothalamicus	Thalamus'un nucleus dorsomedialis ve nucleus medialis	Hypothalamus çekirdekleri
Tegmental lifler	Tegmentum mesencephali	Hypothalamus çekirdekleri
Efferent		
Formatio reticularis'den beyin sakı ve medulla spinalis'e ulaşan lifler	Hypothalamus çekirdekleri (n. preopticus, n. anterior n. posterior ve n. lateralis)	Kraniosakral parasempatik ve torakolumbal sempatik merkezler
Fasciculus mammillothalamicus	Corpus mamillare çekirdekleri	Nuclei anterior thalami, gyrus cinguli
Tr. mamillotegmentalis	Corpus mamillare çekirdekleri	Formatio reticularis
Multipl yollar	Hypothalamik çekirdekler	Limbik sistem



Şekil 13-6 Hypothalamus'u terkeden efferent yolların görüldüğü beynin sagittal kesiti.

3. **Tractus mamillotegmentalis**, corpus mamillare'den başlayıp tegmentum mesencephali'deki formatio reticularis hücrelerinde sonlanır.
4. **Limbik sistemle** sayısız bağlantılar.

Hypothalamus'un başlıca efferent yolları Tablo 13-1'de özetlenmiştir.

Hypothalamus'un Hypophysis Cerebri ile Bağlantısı

Hypothalamus, hypophysis cerebri (glandula pituitaria) ile iki yolla bağlanır: (1) nucleus supraopticus ve nucleus paraventricularis'ler den çıkan sinir lifleri, hypophysis cerebri'nin lobus posterior'una gider; (2) uzun ve kısa portal kan damarları, hypophysis cerebri'nin lobus anterior'una kapiller yumağı ile eminentia medialis ve infundibulum'daki sinuzoidlerle bağlantılıdır (Şek. 13-7). Bu yollar ile hypothalamus'un endokrin organlar üzerindeki aktivitelerini etkiler.

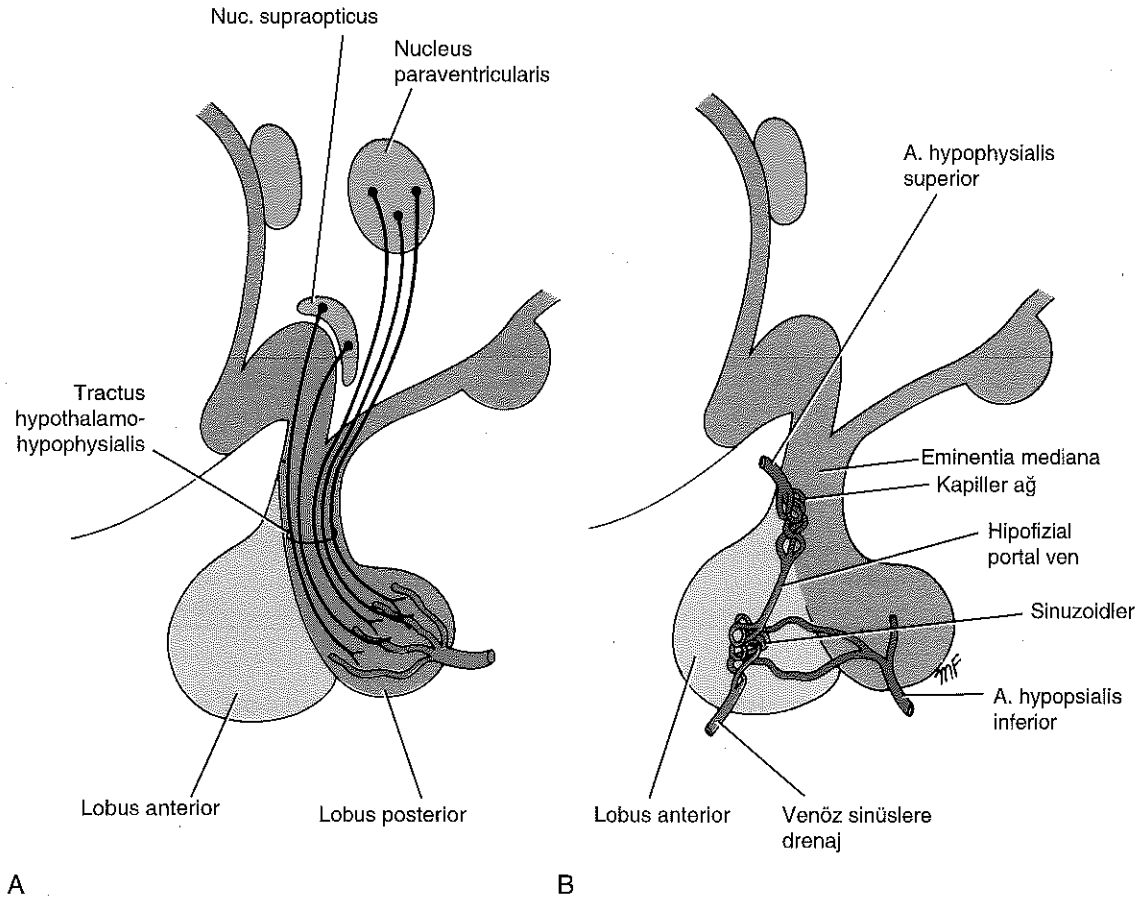
Tractus Hypothalamohypophysialis

Vasopressin ve **oxytocin** hormonları nucleus supraopticus ve nucleus paraventricularis'de sentezlenir. Hormonlar **neurophysin** adı verilen taşıyıcı proteinlerle birlikte akson boyunca ilerler ve aksonun sonlandığı yerde serbest kalırlar (Şek. 13-7). Burada hormonlar hypophysis'in lobus posterior'daki kılcal kan damarlardan kan akımına karışır. Vasopressin hormonu (antidiüretik hormon) başlıca nucleus supraopticus'daki sinir hücrelerince üretilir. Etkisi **vazokonstriksiyona** yol açar. Bununla beraber böbreğin tubulus distalis pars convoluta ve tubulus renalis collectorius'larda su geri emilimini arttıran **antidiüretik fonksiyonu** da önemlidir. Esas olarak nucleus paraventricularis'te üretilen diğer bir hormon da oxytocin'dir. Oxytocin uterus'un düz kaslarının kasılmasını stimule eder ve memedeki sinus lactiferi etrafındaki myoepiteliyal hücrelerin kasılmasını sağlar.

Nucleus supraopticus'dan salgılanan vasopressin bir **osmoreseptör** olarak etki eder. Damarlarda dolaşan kanın osmotik basıncı çok yükseldiğinde, sinir hücreleri vasopressin yapımını arttırırlar ve bu hormonun antidiüretik etkisi ile de böbreklerden su geri emilimi artacaktır. Bu sayede kanın osmotik basıncı normal düzeyine dönecektir.

Hipofizer Portal Sistem

Hipofizer portal sistem, a. carotis interna'nın bir dalı olan a. hypophysealis superior'ların her bir tarafında oluşur (Şek. 13-7). Arter eminentia mediana'dan girer ve kapiller bir yumak oluşturacak şekilde dallara ayrılır. Bu kapil-



Şekil 13-7 **A:** Tractus hypothalamohypophysialis. **B:** Hipofizial portal sistem.

lerler, lobus anterior'daki sekretuar hücrelerin arasına girerek hypophysis'in lobus anterior'unda sonlanan uzun ve kısa inen kan damarlarına dökülürler.

Portal sistem, hypothalamus sinir hücrelerinde üretilen, **releasing (salgılatıcı) ve salgılamayı baskılayıcı hormonları** portal sistem ile hypophysis'in lobus anterior'daki sekretuar hücrelerine taşır. Salgılatıcı hormonlar; **adrenokortikotropik hormon** (ACTH), **follikül-stimulan hormon** (FSH), **luteinize edici hormon** (LH), **thyrotropik hormon** veya **thyroid stimulan hormon** (TSH) ve **büyüme hormonunun** (GH) üretimini ve salgılanmasını aktive eder. Salgılanmayı baskılayan hormonlar **melanosit-stimule edici hormon** (MSH) ve **luteotropik hormonun** (LTH) salgılanmasını inhibe ederler. Luteotropik hormon (aynı zamanda **laktojenik hormon** veya **prolaktin** olarak da bilinir) corpus luteum'u aktive ederek progesteron salgılatır ve glandula mammae'den süt üretimini sağlar. Büyüme hormonunu baskılayıcı hormon (somatostatin) büyüme hormonunun salgılanmasını engeller. Hypothalamus'un salgılanmayı salgılatıcı ve baskılayıcı hormonları ve bunların hipofiz ön lobuna etkileri Tablo 13-2'de kısaca özetlenmiştir.

Hypothalamus'un sinir hücreleri organa giren afferent liflerin etkisiyle salgılamayı hızlandırıcı ve baskılayıcı hormonların üretiminden sorumludur. Onlar aynı zamanda hipofizi kontrolündeki hedef organın salgıladığı hormon düzeyinden de etkilenir. Örneğin kan thyroxin'in düzeyindeki düşme, thyrotropin salgılatıcı hormonun yüksek miktarda üretilmesine yol açar. Tablo 13-3'de hypothalamus'da hipofizer salgılatıcı ve baskılayıcı hormonların salgılandıkları çekirdekler özetlenmiştir.

Hypothalamus'un Fonksiyonları

Belli başlı hypothalamus çekirdeklerinin fonksiyonları Tablo 13-4'de sunulmuştur.

Otonomik Kontrol

Hypothalamus'un otonom sinir sistemi üzerinde kontrol

Tablo 13-2 Hypothalamus'un Salgılayıcı ve Baskılayıcı Hormonları ve Hypophysis'in Lobus Anterior'una Etkileri

Hipotalamik Düzenleyici Hormon	Lobus Anterior Hormonu	Etkisi
Büyüme Hormonu-Salgılatıcı Hormon (GHRH)	Büyüme Hormonu (GH)	Epifiz kıkırdağının boyuna uzamasını hızlandırır.
Büyüme Hormonu-Baskılayıcı Hormon (GHIH) veya somatostatin	Büyüme Hormonu (salgının azaltılması)	Epifiz kıkırdağının boyuna uzamasını engeller
Prolaktin-Salgılatıcı Hormon (PRH)	Prolaktin (luteotropik hormon, LTH)	Süt üretimini arttırır.
Prolaktin-Baskılayıcı Hormon (PIH), dopamin	Prolaktin (luteotropik hormon, LTH) (azaltılmış üretim)	Süt üretimini azaltılır.
Kortikotropin-Salgılatıcı Hormon (CRH)	Adrenokortikotropik Hormon (ACTH)	Böbrek üstü bezinden kortikosteroid ve seks hormon üretimini hızlandırır.
Tirotropin-Salgılatıcı Hormon (TRH)	Tiroid Stimüle Edici Hormon (TSH)	Tiroid bezinden tiroksin hormon üretimini hızlandırır.
Luteinize Edici Hormonu- Salgılatan Hormon (LHRH), Follikül Stimülan Hormonu-Salgılatan Hormon (FRH)	Luteinize Edici Hormon (LH) ve Follikül Stimulan Hormon (FSH)	Ovaryum folliküllerinden östrojen ve progesteron üretimini arttırır.

edici etkisiyle otonom ve nöroendokrin sistemler koordine edilir ve böylece vücut hemostazı dengede tutulmuş olur. Aslında hypothalamus; beyin sakı ve medulla spinalis'deki otonom sisteme ait daha aşağı merkezleri kontrol eden daha yüksek bir merkezdir (Şek. 13-8).

Hayvan deneylerinde elektrik stimulasyonundan elde edilen sonuçlara göre, hypothalamus'un ön bölümü ve area preoptica uyarıldığında kan basıncında düşme, kalp atışında yavaşlama, mesanenin kasılması, sindirim sisteminde artan hareketlilik, mide asit ve tükrük salgılanmasında artma, pupilla daralması gibi parasempatik yanıtlar oluşur.

Hypothalamus'un lateral ve posterior kısımlarındaki çekirdeklerin uyarılması, kan basıncında yükselme, kalp atışında artma, sindirim sisteminde hareketliliğin durması, pupillanın genişlemesi ve hiperglisemi gibi sempatik cevaplar oluşturur. Bu etkiler parasempatik ve sempatik merkez olarak isimlendirilen hypothalamus'daki alanların etkisiyle idare edilmektedir.

Endokrin Kontrol

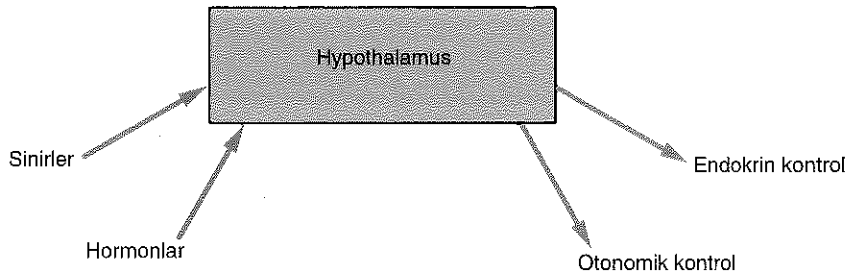
Salgılatıcı ve salgılamayı baskılayıcı faktörler (Tablo 13-2) üreten hypothalamus çekirdeklerindeki hücreler hypo-

Tablo 13-3 Hypothalamus'dan Salgılanan Stimule ve Baskılayıcı Hormonların Köken Aldığı Çekirdekler

Hipotalamik Düzenleyici Hormon	Köken Aldığı Çekirdek
Büyüme Hormonu-Salgılatıcı Hormon (GHRH)	Nucleus arcuatus ve nucleus infundibularis
Büyüme Hormonu-Baskılayan Hormon (GHIH) veya somatostatin	Nucleus suprachiasmaticus
Prolaktin Salgılatıcı Hormon (PRH)	?
Prolaktini Baskılayan Hormon (PIH)	?
Kortikotropin Salgılatıcı hormone (CRH)	Nucleus paraventricularis
Tirotropin Salgılatıcı hormone (TRH)	Nucleus paraventricularis ve (TRH) nucleus dorsomedialis ve komşu alanlar
Luteinize Edici Hormonu Salgılatan Hormon (LHRH)	Nucleus preopticus ve nucleus anterior

Tablo 13-4 Belli Başlı Hypothalamus Çekirdeklerinin Fonksiyonları

Nuclei Hypothalamici	Fonksiyonu
Nucleus supraopticus	Vasopressin sentezi (antidiüretik hormon)
Nucleus paraventricularis	Oksitosin sentezi
Nucleus preopticus ve nucleus anterior	Parasempatik sistemin kontrolü
Nucleus posterior ve nucleus lateralis	Sempatik sistemin kontrolü
Nucleus hypothalamicus anterior	Isının düzenlenmesi (sıcağa yanıt)
Nucleus hypothalamicus posterior	Isının düzenlenmesi (soğuğa yanıt)
Nucleus hypothalamicus lateralis	Besin alınımını arttırır (açlık merkezi)
Nucleus hypothalamicus medialis	Besin alınımını azaltır (tokluk merkezi)
Nucleus hypothalamicus lateralis	Su alınımını arttırır (susuzluk merkezi)
Nucleus suprachiasmaticus	Bioritmin kontrolü



Şekil 13-8 Şematik olarak vücudun iç dengesini düzenleyen hypothalamus.

physis'in (gl. pituitaria) ön lobunda üretilen hormonları kontrol ederler. Lobus anterior'daki hormonlar; **büyüme hormonu, prolaktin** (luteotropik hormon), **adrenokortikotropik hormon, thyroid-stimulan hormon, luteinize edici hormon** ve **follikul stimulan hormon**dur. Bu hormonlardan bazıları vücut dokularını doğrudan doğruya etkiler; adrenokortikotropik hormon gibi bazı hormonlar ise bir endokrin organı etkileyerek üretilen ilave hormonların varlığı ile bütün vücut dokularını etkiler. Her bir aşamanın pozitif ve negatif karşılıklı etkileşme mekanizmalarıyla kontrol edildiği kanıtlanmıştır.

Nörosekresyon

Nucleus supraopticus ve nucleus paraventricularis'in vasopressin ve oxytocin salgıları sayfa 388'de anlatıldı.

Isının Düzenlenmesi

Hypothalamus'un ön bölümü ısı kaybını arttıran mekanizmalarıyla sıcaklığı kontrol eder. Bu bölgenin deneysel olarak uyarılması, derinin kan damarlarını genişleterek ve terlemeyi sağlayarak vücut ısısını düşürür. Hypothalamus'un arka bölümünün uyarılması deri kan damarlarında daralma ve terlemenin engellenmesine yol açar; keza titreme ile iskelet kaslarından ısı üretebilir.

Hypothalamus normalde vücut ısısını 98.0 °F ile 98.6°F tutar. Ağızdan ölçüm makattan ölçümden 1° yüksek çıkar. Çevre ısısının artması ya da enfeksiyon gibi nedenler ısı derecesini değiştirebilir.

Besin ve Su Alımının Düzenlenmesi

Hypothalamus'un lateral bölgesinin uyarılması yemek yeme duyusunu ve besin alınımını arttırır. Bu lateral bölge **açlık merkezi** olarak da tanımlanır. Hypothalamus'un medial bölgesinin uyarılması açlığı engeller ve yiyecek alınımını azaltır. Bu alan **tokluk merkezi** olarak da tanımlanır.

Hypothalamus'un lateral bölgesindeki diğer alanların deneysel olarak uyarılması sıvı alınımını aniden arttırdığından, bu bölge **susama merkezi** olarak tanımlanır. Ek olarak hypothalamus, hypophysis'in lobus posterior'undan vasopressin sekresyonu sayesinde böbreğin tubulus distalis pars convoluta'sında ve tubulus collectorius'larına etki ederek kan ozmolaritesini düzenli olarak kontrol eder.

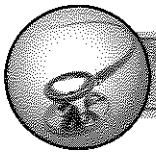
Duygu ve Davranışın Kontrolü

Duygu ve davranış; hypothalamus, limbik sistem ve prefrontal korteksin bir fonksiyonudur. Bazı araştırıcılar hypothalamus'un sinir sisteminin diğer bölgelerinden alınan uyarıyı tamamlayıcı bir rol oynadığı ve kan basıncında yükselme, ağızda kuruluk, deride kızarıklık ve solgunluk, terleme, gastrointestinal sistemde artmış aktivite gibi emosyonel durumun fizyolojik bazı yansımalar gösterdiğini kanıtlamıştır.

Nuclei hypothalamici laterales'in uyarılması davranışlarda hiddet ve öfke, çekirdeklerin hasarında uyaranlara karşı duyarsızlık görülür. Nucleus ventromedialis'in uyarılması duyarsızlığa yol açarken bu çekirdeğin lezyonlarında öfke ve hiddet görülür.

Bioritmin Kontrolü

Hypothalamus vücut sıcaklığı, adrenokortikal aktivite, eozinofil sayısı ve böbrek sekresyonunu etkileyerek bioritmin kontrolünde rol oynar. Uyuma ve uyanıklılık, her ne kadar thalamus, limbik sistem ve retiküler sistemin aktive edici etkisiyle oluşmakta ise de bu fonksiyonları hypothalamus da kontrol eder. Hypothalamus'un ön bölümünün lezyonlarında uyku ve uyanıklılık ritminde ciddi bozulmalar olur. Retina'dan afferent lifler alan nucleus suprachiasmaticus, bioritmin kontrol edilmesinde önemli bir merkezdir. Işığın yoğunluğundaki değişikliklere karşı sinir impulsları nucleus suprachiasmaticus aracılığı ile hypothalamus'un çoğu çekirdeğini etkileyerek değişik yanıtların oluşmasını sağlarlar.



KLİNİK BİLGİLER

Genel Bakış

Hypothalamus'un aktiviteleri, merkezi sinir sisteminin değişik bölümlerinden özellikle limbik sistem ve prefrontal korteksden gelen sayısız afferent bağlantılarla aldığı uyarıları bir araya getirmek ve kandaki hormonların düzeyini etkilemektir. Otonom sinir sistemi ve endokrin sistem yolu ile vücut fonksiyonları üzerinde etkilidir.

Boyutları küçük olmasına karşın hypothalamus'un fonksiyonu önemsiz değildir. Vücudun iç dengesinin sabit tutulmasında beyindeki esas merkezdir (Şek. 13-8). Etkisi yok edilirse vücudun tüm dokuları için büyük güçlükler ortaya çıkar.

Hypothalamus'un oldukça karışık olan bağlantıları ve ana yolları klinik olguların çözümünde kullanılmak üzere bellekte tutulmalıdır.

Hypothalamus Lezyonları İle İlişkili Klinik Bozukluklar

Hypothalamus'un bir bölgesinde enfeksiyon, tümöral bir oluşum ve damarsal bozukluğa bağlı bir hastalık olabilir. Hypothalamus'un derin ve merkezi yerleşimli pozisyonu nedeniyle, tümörlerin veya gelişmiş bir hidrosefali'nin sonucu çevre beyin dokusuna bası söz konusu olabilir. Birbirlerinden oldukça farklı bulgularla birlikte olan bir hypothalamus lezyonu homeostatik denge ve davranışları yaygın oranda etkilediği anlamına gelir. Böylece bir akut lezyonun gösterdiği belirti ve semptomların, daha yavaş gelişen tümörlerdekine oranla daha önemli olduğu unutulmamalıdır.

Şişmanlık ve Şişme (Ödem)

Aşırı şişmanlıklar hypothalamus lezyonlarının bir göstergesidir. Sıklıkla genital hipoplazi veya atrofi ile birlikte görülür.

Şişme, şişmanlığa oranla daha seyrek görülen hypothalamus'a bağlı bir bozukluktur. Aşırı kaşektik bir görünüm hipofizin harabiyetinden sonra ortaya çıkar.

Seksüel Bozukluklar

Çocuklarda seksüel retardasyon (geri kalma), bazen de seksuel precox (erken puberte) hipotalamik lezyonlarla birlikte görülebilir. Puberteden sonra oluşan bir hipotalamus lezyonunda hastada impotans ve amenore şikayetler olabilir.

Hipertermi ve Hipotermi

Hipertermi, hypothalamus bölgesinde kafa travması veya bir cerrahi girişim sonrası oluşan hypothalamus lezyonu sonucu ortaya çıkabilir. Hipertermili hastanın ateş dışında her şey normal olup, enfeksiyonlarda görülen sekonder ateşde ortaya çıkan titreme belirtileri de yoktur. Hipotermi, hypothalamus'da bir zedelenme sonrası oluşur.

Diabetes İnsipidus

Bu hastalığa nucleus supraopticus'un bir hasarı veya hypophysis'in arka lobundaki sinir bağlantısında bir kesilme yol açar. Karakteristik olarak, hastanın düşük özgül ağırlıklı idrarı büyük miktarlarda çıkarması söz konusudur. Sonuçta hasta aşırı susar ve büyük miktarlarda sıvı alır. Diabetes mellitus'da glikozürinin varlığı tanıyı diabetes insipidus'dan ayırt etmeye yardımcı olur.

Uyku Bozuklukları

Kısa zaman aralıklarla uyku ve uykusuzluk nöbetleri hastanın hipotalamik lezyonlu olduğunun bir göstergesidir.

Emosyonel Bozukluklar

Aniden başlayan ağlama, kahkaha nöbetleri, kontrol edilemeyen öfke, depresif reaksiyonlar ve hatta birden parlayan manyaklık belirtileri hipotalamik lezyonlu hastalarda görülür.

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ

1. 17 yaşında bir erkek inceleme için hastaneye yatırıldı. Olası tanısı *Fröhlich sendromu*ydu. Hastanın üç ay süren şiddetli baş ağrısı hikayesi vardı. Son zamanlarda kusma nöbetleri ve bir hafta öncesine kadar görme yeteneğinde bozulma saptandı. Hasta cisimleri her iki gözü ile yandan zor takip ettiğini söyledi. Ailesi, gencin kilo almasından özellikle gövdesinin alt yarısının yağlanması nedeniyle endişeliydi. Gençin fizik muayenesinde boyu 190 cm ve gövdesi aşırı şişman bulundu. Testis ve penis'in küçük, koltukaltı ve kasık kıllarının çıkmadığı saptandı. Kafatasının lateral radyografisinde sella turcica'da genişleme ile birlikte dorsum sella'da erimeler görüldü. Görme alanı muayenesinde hastanın parsiyel bitemporal hemianopsisi olduğu anlaşıldı. Nöroanatomik bilgileriniz ışığı altında hastanın semptom ve belirtilerini açıklayınız.
2. 40 yaşında bir kadın otomobil kazasında bağlı şiddetli bir kafa travması geçirmiştir. Yavaş ancak sekelsiz iyileşmesini takiben hasta hastaneden taburcu edildi. Altı ay sonra, hastada miksiyon sıklığı ve büyük miktarlarda renksiz idrar çıkarma şikayetleri başgösterdi. Hasta her zaman susadığını ve bazen sadece sabahları 10 bardak su içtiğini anlattı. Nöroanatomi ve nörofizyoloji bilgilerinizi kullanarak üriner şikayetler ile otomobil kazası arasında her hangi bir bağlantı düşünür müsünüz ?

3. Hidrosefalili bir hastada hypothalamus'un yeterli işlev görebilmesi mümkün müdür ? Eğer öyleyse, bağlantıyı açıklayınız.
4. Sherrington ilk kez 1947'de bir bilimsel yayında hypothalamus'un otonom sinir sisteminin "baş ganglionu" olduğunu söyledi. Hypothalamus ile otonom sinir sistemi arasındaki var olan bu bağlantı nedir ?
5. Tractus *hypothalamohypophysialis* ve *hipofizer portal sistem* terimlerinin ne olduğunu açıklayınız.

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. Bu genç hasta, hipofizin ön lobundaki bir kromofob adenomun neden olduğu Fröhlich sendromuna tutulmuştur. Kafatasında sella turcica'da aşamalı erime ve chiasma opticum'a bası nedeniyle bitemporal hemianopsi oluşmuştur. Tümörün boyutları başağrısı ve kusma ataklarının sebebi olan intrakranial basıncın artışına yol açmıştır. Hypothalamus'a bası organın fonksiyonunu etkiler ve özellikle gövdenin alt yarısında olmak üzere vücutta karakteristik yağ toplanmasına yol açar. Hipogonadizm ve sekonder seks karakterlerinin yokluğu; tümörün hypothalamus çekirdeklerini basıya uğratması ve bunun sonucu hipofizin ön lobunun kontrolünün kaybolması veya tümörün hipofiz ön lobundaki komşu hücrelere basıyla direkt etkisi sonucu oluşabilir.
2. Evet. Trafik kazası ile üriner şikayetler arasında bir bağlantı vardır. Bu hasta hypophysis'in arka lob veya hypothalamus'un nucleus supraopticus'un da travmatik bir zedelenmenin neden olduğu diabetes insipidus'a yakalanmıştır. Her iki durumda da vasopressin üretimi baskılanmıştır. Nucleus supraopticus'da üretilen vasopressin direk kan akımına karışacağı durumlar da oluşacağından, hipofiz arka lobundaki her lezyon diabetes insipidus olarak seyretmeyeceği hatırlanmalıdır. Vasopressin'in böbreğin tubulus distalis pars convoluta ve tubulus collectorius'larda oluşturduğu etki sayfa 388'de geniş olarak açıklanmıştır.
3. Evet, mümkündür. Dördüncü ventrikülün tavanındaki üç delikte veya aqueductus cerebri'de oluşan bir tıkanma sonucu hidrosefali; üçüncü ventrikülde basıncın yükselmesine neden olacak, bu da hypothalamus'u bası altında bırakacaktır. Üçüncü ventrikülün yan-alt duvarları, tavanı ve tabanında yer alan bu basınç hypothalamus'un fonksiyonunda kolayca gerilemeye yol açar.
4. Hypothalamus, otonom sistemin parasempatik ve sempatik bölümlerinin esas subkortikal düzenleyici merkezidir. Formatio reticularis içinde inen yolların aracılığı ile etkisini gösterir.
5. Tractus hypothalamohypophysialis sayfa 388'de, portal hipofizer sistem ise sayfa 388'de tanımlanmıştır. Hypothalamus'un hypophysis ve otonom sistem aracılığı ile metabolik ve visseral fonksiyonları kontrol ettiği unutulmamalıdır.

ÇALIŞMA SORULARI

Açıklama. Aşağıda numaralanmış soruları harfli yanıtlar izlemektedir. Yanıtlardan doğru olanı seçiniz.

1. Hypothalamus ile ilgili tanımlardan hangisi doğrudur?
   (a) Hypothalamus, thalamus'un ve tectum mesencephali'nin altında yer alır.
   (b) Hypothalamus'un limbik sistemle ilgisi yoktur.
   (c) Hypothalamus'un çekirdekleri, columna fornicis ve tractus mamillothalamicus arasından geçen tasarlı bir düzlem ile medial ve lateral bölümler olarak ayrılır.
   (d) Nucleus suprachiasmaticus retina'dan sinir lifleri almaz.
   (e) Hypothalamus'un dıştan sınırını capsula externa oluşturur.
2. Hypothalamus ile ilgili tanımlardan hangisi doğrudur?
   (a) Alt yüzden bakıldığından hypothalamus önden arkaya şu yapılarla ilgilidir. a. Stria olfactoria b. Substantia perforata anterior c. Corpus mamillare
   (b) Hypothalamus'un çekirdekleri arasındaki sınır, çıplak gözle belirgin biçimde görülebilir.
   (c) Corpus mamillare, her iki medial ve lateral grup çekirdekleri sarmaz.
   (d) Hypothalamus'un area preoptica'sı, septum pellucidum ve chiasma opticum arasında yer alır.
   (e) Kan-beyin bariyeri hypothalamus'da eminentia medialis'de yoktur; böylece plasmanın kimyasal içeriği nöronlara doğrudan geçer.
3. Hypotalamus'a afferent liflerin geçişi ile ilgili tanımlardan hangisi doğrudur?
   (a) Hippocampus'dan corpus mamillare'ye gelen lifler işitme ile ilgili bilgi getirir.
   (b) Koku duyuları, fasciculus lateralis telencephali aracılığı ile hypothalamus'a taşınır.

(c) Hypothalamus iç organlardan formatio reticularis aracılığı ile pek çok afferent lif alır.
(d) Nucleus dorsomedialis, hipofizin arka lobunda lifler alır.
(e) Glandula pinealis, comissura habenularis aracılığı ile hypothalamus'a lifler gönderir.

4. Hypothalamus ile ilgili tanımlardan hangisi doğrudur?
(a) Somatik efferent lifler, lemniscus medialis ile lemniscus spinalis aracılığı ile hypothalamus çekirdeklerinden çıkarlar.
(b) Otonomik ve nöroendokrin sistemleri entegre etmez.
(c) Hypothalamus'un arka lobu, ısı kaybını arttıran bu mekanizmayla ısıyı kontrol eder.
(d) Hypothalamus'un sinir hücreleri, hypophysis'in ön lobunda çeşitli değişik hormonların üretimini kontrol eden releasing (salgılatan) ve release-inhibiting (salgılamayı baskılayan) hormonlar üretirler.
(e) Açlık merkezi büyük bir olasılıkla nucleus hypothalamicus posterior'da yer almaktadır.

5. Hypothalamus'un fonksiyonları ile ilgili tanımlardan hangisi doğrudur?
(a) Hypothalamus, kalp atım hızının artması, ciltte kızarıklık yada solukluk gibi emosyonel durum ile ilgili değişikliklerin fizyolojik yansımalarını oluşturur.
(b) Nucleus hypothalamicus medialis sıvı alımı ile ilgilidir.
(c) Corticotropin-releasing hormon (CRH) hypothalamus'un ön grup hücreleri tarafından üretilir.
(d) Nucleus suprachiasmaticus bioritmin kontrolünde rol oynamaz.
(e) Hypothalamus tractus tectospinalis sayesinde alt otonomik merkezleri kontrol eder.

6. Tractus hypothalamohypophysealis ile ilgili tanımlardan hangisi doğrudur?
(a) Oxytocin uterus düz kaslarının kasılmasını inhibe eder.
(b) Nucleus supraopticus ve nucleus paraventricularis'deki sinir hücreleri vazopressin ve oxytocin hormonlarını üretirler.
(c) Hormonlar neurophysin denilen protein taşıyıcılar ile lenfatik yolla taşınır.
(d) Vasopressin, böbreğin tubulus proximalis pars convoluta ve tubulus collectorius'larından idrardan su emilimini artırarak etki etmektedir.
(e) Hormonlar aksonlardan bırakılır ve hipofizin ön lobundaki kapillerden kan akımına tekrar geri emilir.

7. Hipofizer-portal sistem ile ilgili tanımlardan hangisi doğrudur?
(a) Portal sistem salgılatıcı ve salgılamayı-baskılayan hormonları hipofizin ön lobundaki sekretuar hücrelere ulaştırır.
(b) Salgılatıcı ve salgılamayı-baskılayan hormonların üretimini, hipofizin kontrol ettiği hedef organların hormonları düzenlemez.
(c) Kan damarları üstten eminentia medialis'de başlar, alttan hypophysis cerebri'nin arka lob vasküler sinusoidlerinde sonlanır.
(d) Hypothalamus'u terkeden efferent sinir lifleri, sinir hücrelerinin salgılatıcı hormonların üretimini etkilerler.
(e) Hypothalamus'un neuroglial hücreleri salgılamayı-baskılayan hormonların üretiminden sorumludur.

ÇALIŞMA SORULARININ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. Doğru yanıt c. Hypothalamus'un çekirdekleri, columna fornicis ve tractus mamillothalamicus arasından geçen tasarılı bir düzlem ile medial ve lateral bölümler olarak ayrılır (Bkz. Şek 13-3). A. Hypothalamus, thalamus'un ve tectum mesencephali'nin altında yer almaz (Bkz. Şek 13-1). B. Hypothalamus limbik sistemin merkezinde yer alır (Bkz. sayfa 383). D. Nucleus suprachiasmaticus retina'dan sinir lifleri almaz (Bkz. sayfa 383). E. Hypothalamus'un dıştan sınırını capsula interna oluşturur (Bkz. sayfa 383).
2. Doğru yanıt E. Kan-beyin bariyeri hypothalamus'da eminentia medialis'de yoktur; böylece plasmanın kimyasal içeriği nöronlara doğrudan geçer (Bkz sayfa 462). A. Alt yüzden bakıldığından hypothalamus önden arkaya şu yapılarla komşudur. a. Chiasma opticum b. Tuber cinereum c. Corpus mamillare (Bkz. Şek 13-2). B. Hypothalamus'un çekirdekleri arasındaki sınır, çıplak gözle belirgin biçimde görülemez (Bkz. sayfa 383). C. Corpus mamillare, hipotalamik çekirdeklerin medial ve lateral grup çekirdekleri sarar (Bkz. sayfa 383). D. Hypothalamus'un area preoptica'sı lamina terminalis ve chiasma opticum arasında yer alır.
3. Doğru yanıt C. Hypothalamus iç organlardan formatio reticularis aracılığı ile pek çok afferent lif alır (Bkz. sayfa 387). A. Hippocampus'dan corpus mamillare'ye gelen lifler limbik sistemden bilgi getirir (Bkz. sayfa 387). B. Koku duyuları fasciculus medialis telencephali aracılığı ile hypothalamus'a taşınır. D. Nucleus dorsomedialis hypophysis'in arka lobundan gelen lifleri almaz. E. Glandula pinealis comissura habenularis aracılığı ile hypothalamus'a lifler göndermez.
4. Doğru yanıt D. Hypothalamus'un sinir hücreleri, hypophysis'in ön lobunda çeşitli değişik hormonların üretimini kontrol eden releasing (salgılatan)

ve release-inhibiting (salgılamayı baskılayan) hormonlar üretirler. A. Somatik afferent lifler lemniscus medialis ile spinalis aracılığı ile hypothalamus çekirdeklerine ulaşırlar. B. Hypothalamus otonom sinir sistemi ve nöroendokrin sistemleri bütünleştirir; böylece vücudun iç dengesini korur. C. Hypothalamus'un ön lobu, ısı kaybını arttıran bu mekanizmayla ısıyı kontrol eder. E. Açlık merkezi büyük bir olasılıkla nucleus hypothalamicus lateralis'te yer almaktadır.

5. Doğru yanıt A. Hypothalamus, kalp atım hızının artması, ciltte kızarıklık yada solukluk gibi emosyonel durum ile ilgili değişikliklerin fizyolojik yansımalarını oluşturur.B. Nucleus hypothalamicus lateralis, sıvı alımı ile ilgilidir. C. Corticotropin-releasing hormon (CRH) hypothalamus'un nuclei paraventricularis hücreleri tarafından üretilir. D. Nucleus suprachiasmaticus bioritmin kontrolünde önemli bir etkiye sahiptir. E. Hypothalamus formatio reticularis boyunca giden yollar sayesinde alt otonomik merkezleri kontrol eder (Bkz. sayfa 387).
6. Doğru yanıt B. Nucleus supraopticus ve nucleus paraventricularis'deki sinir hücreleri vazopressin ve oxytocin hormonlarını üretirler. A. Oxytocin uterus düz kaslarının kasılmasını uyarır (Bkz. sayfa 388). C. Hormonlar neurophysin denilen protein taşıyıcılar ile sinirsel yolun aksonlarında taşınır (Bkz. sayfa 388). D. Vasopressin, böbreğin tubulus distalis pars convoluta ve tubulus collectorius'larından idrardan su emilimini artırarak etki etmektedir. E. Hormonlar aksonlardan bırakılır ve hipofizin arka lobundaki kapillerden kan akımına tekrar geri emilir (Bkz. sayfa 388).
7. Doğru yanıt A. Portal sistem salgılatıcı ve salgılamayı-baskılayan hormonları hipofizin ön lobundaki sekretuar hücrelere ulaştırır (Bkz. sayfa 388). B. Salgılatıcı ve salgılamayı-baskılayan hormonların üretimini hipofizin kontrol ettiği hedef organların hormonları düzenler (Bkz. sayfa 389).C. Kan damarları üstten eminentia medialis'de başlar, alttan hypophysis cerebri'nin ön lob vasküler sinusoidlerinde sonlanır (Bkz. sayfa 388). D. Hypothalamus'a giren afferent sinir lifleri, sinir hücrelerinin salgılatıcı hormonların üretimini etkilerler (Bkz.sayfa 389). E. Hypothalamus'un neuroglial hücreleri salgılamayı-baskılayan hormonların üretiminden sorumlu değildir (Bkz. sayfa 388 ve 389)

Ek Okumalar

Boulant, J. A. Hypothalamic neurons regulating body temperature. In *Handbook of Physiology. Section 4: Environmental Physiology* (pp. 105–126). Oxford: Oxford University Press, 1997.

Bouret, S. G., and Simerly, R. B. Leptin and development of hypothalamic feeding circuits. *Endocrinology* 145:2621, 2004.

Buijs, R. M. Vasopressin and oxytocin—Their role in neurotransmission. *Pharmacol. Ther.* 22:127, 1983.

Buijs, R. M., Kalsbeek, A., Romijn, H. J., Pennertz, C. M., and Mirmiran, M. (eds.). *Hypothalamic Integration of Circadian Rhythms*. Amsterdam: Elsevier, 1997.

Craig, C. R., and Stitzel, R. E. *Modern Pharmacology* (4th ed.). Boston: Little, Brown, 1994.

Engler, D., Redei, E., and Kola, I. The corticotropin-release inhibitory factor hypothesis: A review of the evidence for the existence of inhibitory as well as stimulatory hypophysiotropic regulation of adrenocorticotropin secretion and biosynthesis. *Endocr. Rev.* 20:460, 1998.

Ganten, D., and Pfaff, D. *Morphology of Hypothalamus and Its Connections*. Berlin: Springer-Verlag, 1986.

Gerashchenko, D., and Shiromani, P. J. Different neuronal phenotypes in the lateral hypothalamus and their role in sleep wakefulness. *Mol. Neurobiol.* 29:41, 2004.

Guyton, A. C., and Hall, J. E. *Textbook of Medical Physiology* (11th ed.). Philadelphia: Elsevier, Saunders, 2006.

Halford, J. C., and Blundell, J. E. Pharmacology of appetite suppression. *Prog. Drug Res.* 54:25, 2000.

Long, G., Brown, C. H., and Russell, J. A. Physiological pathways regulating the activity of magnocellular neurosecretory cells. *Prog. Neurobiol.* 57:625, 1999.

Phelps, E. A. Human emotion and memory: Interactions of amygdala and hippocampal complex. *Curr. Opin. Neurobiol.* 14:198, 2004.

Standing, S. (ed.). *Gray's Anatomy* (39th Br. ed.). London: Elsevier Churchill Livingstone, 2005.

Swaab, D. F., Hofman, M. A., Mirmiran, M., Ravid, R., and Van Leewen, F. (eds.). *The Human Hypothalamus in Health and Disease*. Amsterdam: Elsevier, 1993.

Swanson, L. W., and Sawchenko, P. E. Hypothalamic integration: Organization of the paraventricular and supraoptic nuclei. *Annu. Rev. Neurosci.* 6:269, 1983.

BÖLÜM 14

Çeviri: Dr. Mehmet YILDIRIM
Dr. Tania MARUR

OTONOM SİNİR SİSTEMİ

Bronş kanseri nedeniyle sağ pnömonektomi olan 46 yaşında bir hasta, ameliyattan sonra takip amacıyla toraks cerrahı tarafından muayene edilir. Hasta, şaşılacak şekilde kendini iyi hissettiğini ve ameliyattan önce kaybettiği bir kısım kiloyu geri aldığını söyler. Eşi, yaklaşık bir hafta önce hastanın yorgun olduğu bir günün sonunda sağ gözünün üst göz kapağının hafifçe düşme eğilimi gösterdiğini belirtir.

Dikkatli bir fizik muayeneden sonra cerrah, sağ göz kapağının düşmesine (ptosis) ek olarak hastanın sağ pupilla'sının küçülmüş olduğunu (miosis) ve yüzün sağ tarafı derisinde hafif flaşing tespit eder. Muayenenin devamında yüzünün sağ tarafındaki derinin normalden daha sıcak ve kuru olduğunu ortaya koyar. Derin boyun lenf düğümlerinin palpasyonu sonucu sağ clavicula'nın hemen üst tarafında büyük, fikse bir lenf düğümü tespit edilir.

Bu klinik bulgulara dayanarak cerrah sağ tarafta Horner sendromu tanısını koyar. Bu bulgular ameliyattan önce yoktu. Sağ taraftaki büyümüş derin boyun lenf düğümünün varlığı, bronş kanserinin boyundaki lenf düğümüne metastaz yaptığını ve sağ taraf sempatik zincirin (truncus sympathicus) boyun bölümüne yayıldığını göstermektedir. Bu tespit anormal (patolojik) göz ve yüz derisi bulgularını açıklamaktadır.

Baş ve boyundaki yapıların sempatik innervasyonu ile ilgili bilgi cerraha bu hastada doğru tanı koymasına yardımcı olmuştur.

BÖLÜMÜN HEDEFİ

- Otonom sinir sisteminin yapı, fizyoloji ve farmakolojisini anlamak.

Otonom sinir sistemi, kalp, düz kas ve dış salgı bezleri de dahil olmak üzere vücuttaki birçok doku ve organların fonksiyonları üzerinde kontrol sağlar. Endokrin sistem, hormonlar aracılığı ile daha yavaş, ancak daha yoğun bir kontrol sağlar.

Otonom sinir sistemi, somatik sinir sistemine benzer şekilde afferent, ara (bağlayıcı, konnektör) ve efferent nöronlara sahiptir. Afferent impulslar visseral reseptörlerden orijin alır ve afferent yollarla merkezi sinir sistemine ulaşarak burada farklı düzeylerde konnektör nöronlar aracılığı ile integrasyon sağlarlar ve sonra visseral effektörlere ulaşmak üzere efferent yollarla merkezi sinir sistemini terk ederler.

Otonom sinir sisteminin efferent yolları preganglionik ve postganglionik nöronlardan yapılıdır. Preganglionik nöronların hücre gövdeleri 3. 7., 9. ve 10. kranial sinirlerin parasempatik çekirdekleri ile medulla spinalis'in columna lateralis'inde yer alır. Bu nöronların aksonları, merkezi sinir sistemi dışında toplanarak **ganglia** şeklinde organize olmuş postganglioner nöronların hücre gövdeleri ile sinaps yaparlar.

Bir preganglionik nöronun aksonunun birçok postganglioner nöron ile sinaps yapması nedeniyle, otonom sinir sistemi tarafından sağlanan kontrol çok hızlı ve geniş yayılımlıdır. Toraks, abdomen ve pelviste, birçok afferent, efferent lif ile bunlarla bağlantılı ganglionlar **otonom pleksuslar** oluştururlar.

Visseral reseptörler, kemoreseptörler, baroreseptörler ve osmoreseptörleri kapsar. İç organlarda ağrı reseptörleri de vardır ve oksijen yokluğu veya gerilme gibi belli uyarılarla şiddetli ağrı yaratabilirler.

Verilen bilgiler klinik olarak yaygın pratik kullanıma sahiptir. Bu bölümde otonom innervasyonla ilgili verilen örnekler önemli olup soru hazırlayanların güzel sorular oluşturmalarında sıkça kullanılmaktadır.

Otonom Sinir Sisteminin Organizasyonu

Otonom sinir sistemi kalp, düz kaslar ve bezler gibi istem dışı çalışan (involunter) yapıları innerve eder. Periferik ve merkezi sinir sistemi boyunca dağılan **sempatik** ve **parasempatik** olarak iki bölümü vardır ve yukarıda belirtildiği gibi afferent ve efferent sinir lifleri içerir. Sempatik ve parasempatik bölümlere ayrılma, anatomik farklılıklar, nörotransmitterlerindeki farklılıklar ile fizyolojik etkilerindeki farklılıklar temeline dayanır.

Sempatik ve parasempatik sistemlerin her ikisi de çoğu organda zıt fonksiyonlar oluşturduklarından fizyolojik antagonistler olarak kabul edilir. Ancak her ikisinin de birbirleriyle bağlantılı çalıştığını ve fonksiyonlardaki dengenin sabit iç ortamın korunmasını sağladığını vurgulamak gerekir.

Otonom Sistemin Sempatik Bölümü

Sempatik sistem, otonom sistemin iki bölümünden daha büyük olanıdır ve innerve ettiği birçok abdominopelvik organ, ter bezleri, kıl follikülleri, birçok kan damarı duvarındaki kaslar, akciğerler ve kalp ile vücut boyunca geniş olarak yayılmıştır.

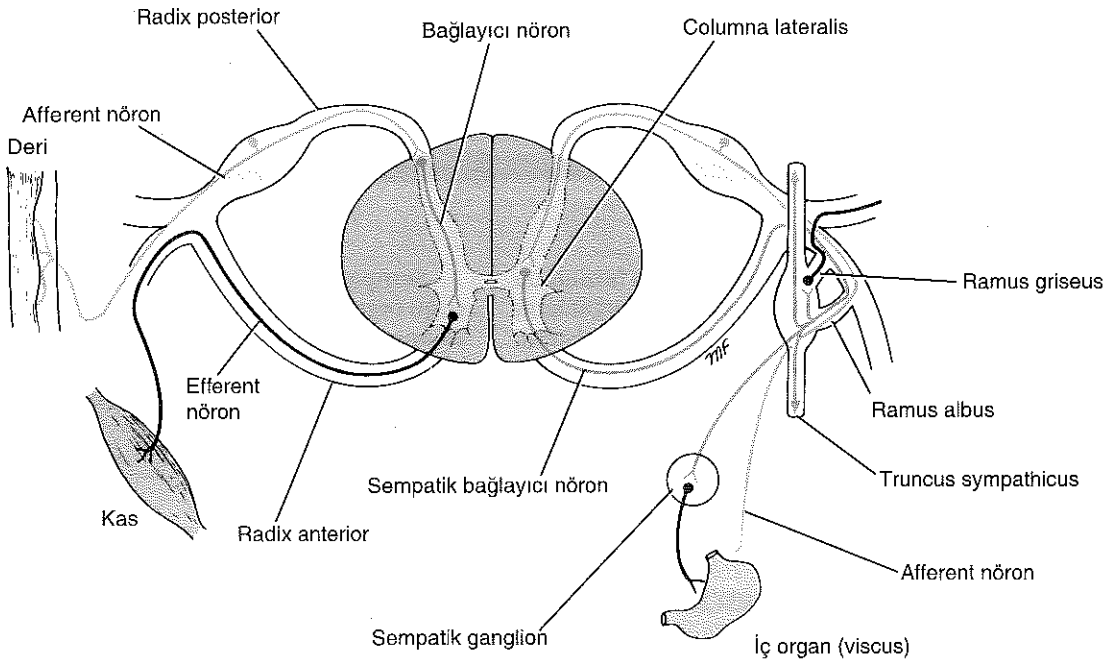
Sempatik sistemin fonksiyonu, vücudu tehlike ve acil durumlar için hazır tutmaktır. Sempatik sistem kalp hızını artırır, barsak ve derideki arteriolleri daraltır, iskelet kaslarındaki arteriolleri genişletir ve kan basıncını yükseltir. Deri ve gastrointestinal sistemdeki arteriollerin daralması ile buralardaki kan daha yaşamsal organlar olan beyin, kalp ve iskelet kaslarına dağılır. Sempatik sinirler ayrıca pupillaları genişletir, bronşların, barsakların ve mesane duvarı düz kaslarını inhibe eder (gevşetir), sifinkterleri kapatır. Deri kıllarını dikleştirir ve terleme yaratır.

Sempatik sistem, omurilikte efferent çıkış merkezlerine iki sempatik zincire (truncus sympathicus) önemli sinirlere, pleksuslara ve bölgesel ganglionlara sahiptir.

Efferent Sinir Lifleri (Sempatik Çıkış)

Sempatik bağlayıcı nöronların hücre gövdeleri medulla spinalis'in birinci torakal segmentinden ikinci lumbal (bazen üçüncü lumbal) segmentinde yer alır (Şekil 14-1). Miyelinli aksonları spinal sinirlerin radix anterior'ları içinde medulla spinalis'i terkeder ve **rami communicantes albi** (miyelinle kaplı oldukları için beyazdır) yolu ile **truncus sympathicus**'un **paravertebral ganglionlarına** geçerler. Truncus sympathicus'taki ganglionlara ulaşan bu preganglionik lifler aşağıdaki şekilde seyrederler:

1. Bazı lifler gangliondaki eksitatör nöronlar ile sinaps yapar (Şek. 14-1 ve 14-2). İki nöron arasındaki sinaptik geçiş nörotransmitter olan **asetilkolin** ile sağlanır. Postganglionik miyelinsiz aksonlar ganglionu terkederler ve **rami communicantes grisei** (sinir lifleri miyelinden yoksun olduğu için gridir) olarak torasik spinal sinirlere geçer. Bu aksonlar spinal sinirin dalları boyunca damar duvarlarındaki düz kaslara, ter bezlerine ve deri kıllarına ait m. arrector pili'lere ulaşır.



Şekil 14-1 Sinir sisteminin somatik bölümünün genel düzenlenişi (**sol** tarafta) ile sinir sisteminin otonom bölümünün (**sağ** tarafta) karşılaştırılması.

2. Bazı lifler boyun bölgesindeki ganglionlarda sinaps yapmak üzere truncus sympathicus içinde yukarıya doğru (kraniyal olarak) seyreder (Şek. 14-2). Postganglionik sinir lifleri, servikal spinal sinirlere katılmak amacı ile rami communicantes grisei yolu ile ilerler. Alt torakal ve üst 2 lumbal medulla spinalis segmentlerinden çıkarak truncus sympathicus'un alt bölümüne giren birçok preganglionik lif alt lumbal ve sakral bölgelerindeki ganglionlarda sinaps yapmak üzere aşağıya doğru (kaudal olarak) seyreder. Burada da tekrar postganglionik sinir lifleri lumbal, sakral ve koksigeal spinal sinirlere katılmak amacı ile rami communicantes grisei yolu ile ilerlerler (Şek. 14-2).
3. Bazı lifler truncus sympathicus ganglionlarında sinaps yapmadan geçerler. Bu miyelinli lifler truncus sympathicus'u **n. splanchnicus major**, **n. splanchnicus minor** ve **n splanchnicus imus** olarak terkederler. N. splanchnicus major beşinciden dokuzuncuya (5-9) kadar olan torakal sempatik ganglionlardan çıkan lifler tarafından oluşturulur. Sinir, göğüs omurlarının cisimlerinin yan tarafları üzerinde oblik olarak aşağı doğru inerek, suprarenal medulla, **plex. coeliacus** ve **plex. renalis**'teki eksitatör nöronlarla sinaps yapmak üzere diafragmayı deler. N. splanchnicus minor 10-11. torakal sempatik ganglionlardan çıkan lifler tarafından oluşturulur. N. splanchnicus minor, n. splanchnicus major ile beraber seyrederek diyafragmayı deler ve plex. coeliacus'un alt bölümündeki eksitatör nöronlarla sinaps yapar. N. splanchnicus imus (bulunduğu zaman) 12. torakal gangliondan çıkarak diaphragma'yı deler ve plex. renalis'teki eksitatör nöronlarla sinaps yapar. Splanknik sinirler preganglionik liflerden oluşurlar. Postganglionik lifler ise periferik pleksuslardaki eksitatör nöronlardan çıkarlar ve iç organların bezleri ve düz kaslarına dağılırlar. Çok az preganglionik lif, n. splanchnicus majör içinde seyrederek doğrudan **suprarenal medulla**'nın hücrelerinde sonlanırlar. Bu medüller hücreler epinefrin ve norepinefrin salınmasından sorumlu modifiye sempatik eksitatör nöronlar olarak düşünülebilir.

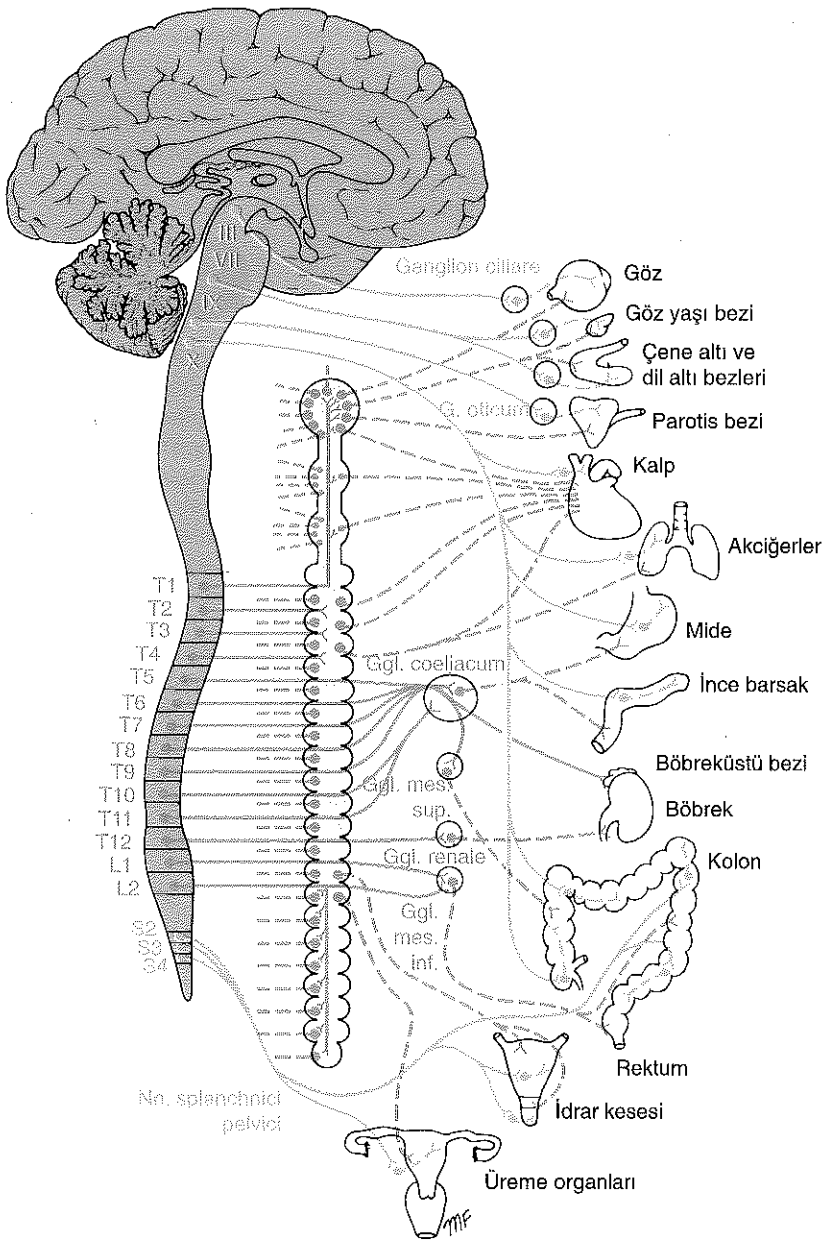
Preganglionik sempatik liflerin postganglionik liflere oranı 1:10 olup istem dışı çalışan yapılara geniş kontrol olanağı sağlanır.

Afferent Sinir Lifleri

İç organlardan duyu ileten afferent miyelinli lifler sempatik ganglionlardan sinaps yapmadan geçerler. Bu lifler rami communicantes albi yolu ile spinal sinire geçerler ve spinal sinire ait ganglion spinale'deki nöron gövdelerine ulaşırlar (Şek. 14-1). Merkezi uzantılar (aksonlar) medulla spinalis'e girer ve lokal refleks yayının afferent komponentini oluşturabilirler veya hipotalamus gibi üst merkezlere yükselirler.

Truncus Sympathicus'lar (Trunci Sympathici)

Truncus sempathicus'lar columna vertebralis'in tüm uzunluğunca yerleşmiş, ganglionlu iki (sağ-sol) sinir zinciridirler (Şek. 14-2). Boyunda herbir zincir (trunkus) 3 ganglion, toraksta 11 veya 12 ganglion, lumbal bölgede 4 veya 5 ganglion ve pelviste 4 veya 5 ganglion içerir.



Şekil 14-2 Otonom sinir sisteminin afferent bölümü. Preganglionik parasempatik lifler düz mavi, postganglionik parasempatik lifler noktalı mavi çizgi ile gösterilmiştir. Preganglionik sempatik lifler düz kırmızı, postganglionik sempatik lifler kesintili kırmızı çizgi ile gösterilmiştir.

Boyunda trunkuslar servikal omurların proc. transversus'larının önünde; toraksta kaburgaların başlarının önünde veya omur cisimlerinin yan yüzleri üzerinde; karında lumbal omurların cisimlerinin anterolateralinde; pelviste os sacrum'un önünde yer alırlar. Aşağıda iki trunkus, **ganglion impar** olarak adlandırılan tek bir ganglionu oluşturmak üzere birleşerek sonlanır.

Parasempatik Bölüm (Pars Parasympathica)

Otonom sistemin parasempatik bölümünün aktiviteleri enerjinin sağlanması ve depolanmasına yöneliktir. Kalp hızını yavaşlatır, pupillaları daraltır, peristaltizmi ve glanduler aktiviteyi arttırır, sifinkterleri açar ve mesane duvarını kontrakte eder.

Efferent Sinir Lifleri (Kraniosakral Çıkış)

Otonom sinir sisteminin parasempatik bölümünün bağlayıcı nöronları (connector nerve cells) beyin sapı ve omuriliğin sakral segmentlerinde yer alır (Şek. 14-2).

Beyin sapında yer alan bu sinir hücreleri aşağıda belirtilen kranial sinirlerdeki çekirdekleri oluştururlar: **N. oculomotorius** (nucleus accessorius nervi oculomotori) veya Edinger-Westphal çekirdeği), n. facialis (nuc. salivatorius superior ve nuc. lacrimalis), **n. glossopharyngeus** (nuc. salivatorius inferior) ve **n. vagus** (nuc. dorsalis nervi vagi). Bu bağlayıcı nöronların aksonları miyelinlidir ve kranial sinirler içinde beyinden çıkarlar.

Sakral bağlayıcı nöronlar **medulla spinalis**'in **sakral ikinci, üçüncü** ve **dördüncü segmentlerinin** substantia grisea'sında yer alırlar. Bu nöronlar, sempatik torakolum-

bal bağlayıcı nöronların oluşturduğu gibi cornu laterale yaratacak sayıda değillerdir. Miyelinli aksonları, kendi düzeyindeki spinal sinirlerin radix anterior'ları içinde medulla spinalis'i terkeder. Daha sonra sakral sinirlerden ayrılarak **nn. splanchnici pelvici**'leri oluştururlar (Bkz. Şek. 26-2).

Kraniosakral çıkış merkezlerden orijin alan efferent miyelinli lifler preganglioniktir ve innerve ettikleri iç organlara yakın olarak yerleşmiş periferal ganglionlardaki postganglioner nöronlarla sinaps yaparlar. Bu sinapsların nörotransmitteri yine asetilkolindir. Kranial parasempatik ganglionlar **ganglion ciliare, ganglion pterygopalatinum, ganglion submandibulare** ve **ganglion oticum'dur** (Şek. 14-2). Ganglion hücreleri **plex. cardiacus plex., pulmonalis, plex. myentericus (Auerbach pleksusu) ve plex. submucosus (Meissner pleksusu)**'da olduğu gibi belli yerlerde lokalize olurlar (son iki pleksus gastrointestinal kanal ile ilişkilidir). Nervi splanchnici pelvici **plex. hypogastricus**'lardaki ganglionlarda bulunan nöronlarla sinaps yaparlar. Karakteristik olarak postganglionik parasempatik lifler miyelinsizdirler ve sempatik postganglioner liflerle kıyaslandığında görece kısadırlar.

Preganglionik liflerin postganglionik liflere oranı 1:3 veya daha az olup sempatik sisteme göre daha kısıtlıdır.

Afferent Sinir Lifleri

İç organ (viscera)'lardan duyu taşıyan afferent miyelinli lifler ya sakrospinal sinirlere ait ganglion spinale'lerde veya kranial sinirlere ait duysal ganglionlarda yer alan hücre gövdelerine ulaşır. Bu sinir hücrelerinin merkezi uzantıları (aksonlar) merkezi sinir sistemine girerek lokal refleks yayının oluşumuna katılırlar veya hipotalamus gibi otonom sinir sisteminin üst merkezlerine ulaşırlar.

Otonom sistemin afferent komponenti somatik sinirlerin afferent komponenti ile aynıdır ve tüm sinir sisteminin genel afferent segmentinin bir bölümünü oluşturur. Otonom afferent komponentin sinir sonlanmaları sıcaklık ve dokunma gibi duyularla uyarılmaz; bu sonlanmalar oksijen yokluğu veya gerilme ile aktive olurlar. Afferent lifler beyin veya omuriliğe girdiklerinde izole olarak veya somatik afferent lifler boyunca veya liflerle karışık olarak seyreder.

Büyük Otonom Pleksuslar

Sempatik ve parasempatik efferent sinir liflerinin büyük gruplanmaları ile ilgili ganglionlar ve visseral afferent lifler toraks, abdomen ve pelvis'te otonom sinir pleksuslarını[1] oluştururlar. Bu pleksuslardan çıkan sinirler (dallar) iç organları (viscera) innerve ederler. toraksta plex. cardiacus, plex. pulmonalis ve plex. oesophageus yer alır. Karındaki pleksuslar aorta ve dallarını takip ederler; bu pleksusların alt bölümleri takip ettikleri aorta dallarına göre adlandırılır: plex. coeliacus, plex. mesentericus superior, plex. mesentericus inferior, plex. aorticus abdominalis. Pelviste plex. hypogastricus superior ve plex. hypogastricus inferior bulunur.

[1]Bir **otonom sinir pleksusu** ağ oluşturan sinir lifleri topluluğudur; ağ içinde sinir hücreleri bulunabilir. **Ganglion** merkezi sinir sistemi dışında yer alan düğüm şeklindeki sinir hücreleri topluluğudur. Buradaki ganglion terimi, merkezi sinir sisteminde yer alan nuklear gruplardan (ör. bazal ganglion) ayrılmalıdır.

Otonom Ganglionlar (Ganglia Autonomica)

Otonom ganglion, postganglionik nöronlar üzerinde preganglionik sinir liflerinin sinaps yaptığı yerdir (Şek. 14-3). Ganglionlar, otonom sinir sisteminin efferent sinir liflerinin seyri boyunca yer alırlar. Sempatik ganglionlar truncus sympathicus'un oluşumuna katılarlar veya prevertebral konumda (örn. ganglia coeliaca) yer alırlar. Parasempatik ganglionlar ise iç organlara yakın olarak veya iç organlarının duvarları içinde yer alırlar.

Bir otonom ganglion, bağ doku kapsülü ile satelit hücreler veya kapsüler hücrelerle beraber multipolar nöronların bir topluluğunu içerir. Herbir gangliona tutunan sinir lifi demetleri, gangliona giren preganglioner lifler, ganglion içindeki nöronlardan çıkan postganglioner lifler ile gangliondan sinaps yapmadan geçen afferent ve efferent liflerden oluşur. Preganglionik lifler miyelinli, ince ve relatif yavaş ileten B lifleridirler. Postganglionik lifler miyelinsiz, daha ince ve daha yavaş ileten C lifleridirler.

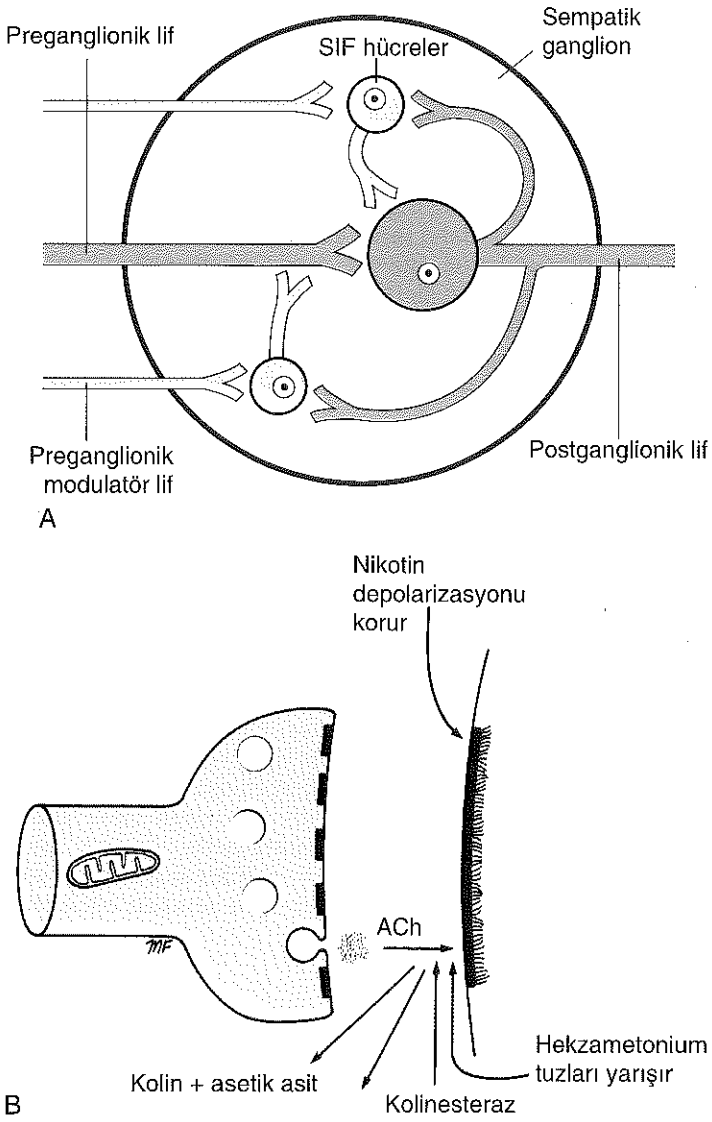
Otonom ganglionlardaki sinapsların yapısında karakteristik membran kalınlaşması ve küçük açık vesiküller görülür. Ek olarak bazı daha büyük granüllü vesiküller de vardır. Daha küçük veziküller asetilkolin içerirler; granüler veziküllerin içeriği bilinmemektedir.

Otonom bir ganglion, preganglioner liflerin popstganglionik nöronlara sinaps yaptığı bir yer olmasının yanısıra burada küçük internöronların varlığı da tespit edilmiştir. Bu hücreler katekolamin floresans gösterip **küçük yoğun floresan hücreler (small intensely fluorescent (SIF)**) veya kromaffin hücreler olarak adlandırılırlar. Bazı ganglionlarda bu internöronlar preganglionik kolinerjik lifleri alıp ganglion geçişini yavaşlatır. Diğer ganglionlarda kollateral dallar içererek bazı integratif fonksiyonlara katkı sağlar (Şek. 14-3). Çoğu SIF hücresi, transmitterleri olduğu düşünülen **dopamin** içerir.

Preganglioner Transmitterler

Preganglionik sinir lifleri, sonlanmalarına yakın çok sayıda sinaptik temas sağlıyarak postganglionik nöronun dendritlerinin arasında ve etrafında döner. Uyarı dalgası sinaptik temasa (synapsis) ulaştığında sinaptik yarığı aşan sinaptik transmitter salınır ve postganglioner nöron uyarılır (Şek. 14-3 B ve 14-4).

Hem sempatik ve hem de parasempatik ganglionlardaki postganglionik nöronları uyaran sinaptik transmitter **asetilkolin'dir**. Otonom ganglionlardaki asetilkolinin



Şekil 14-3 **A:** Düzenleyici olarak bir otonom ganglion. SIF hücresi **B:** Bir otonom sinapsta asetilkolinin (Ach) salınması.

etkisi **asetilkolinesteraz** tarafından hızla ortadan kaldırılır.

Asetilkolin Reseptörleri

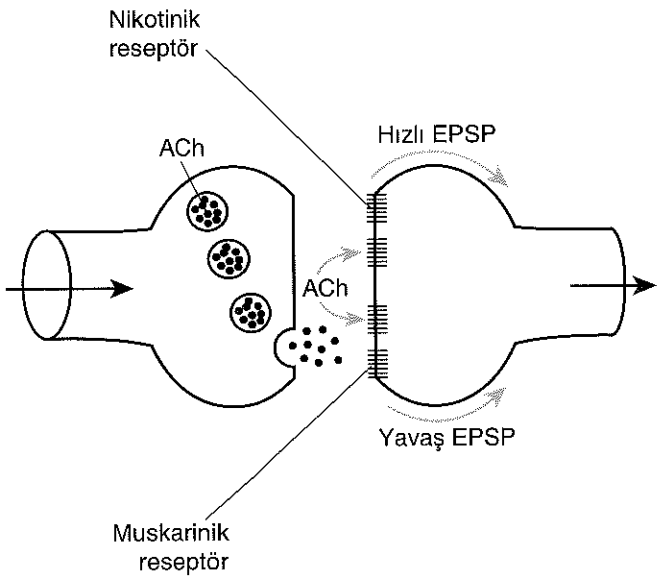
Asetilkolin reseptörleri postganglioner nöronların hücre membranının dışında bulunur. Bu yapılar hücre membranını geçen protein moleküllerine bağlanan protein kompleksleridir. Asetilkolin reseptöre bağlandığında hücre membranının protein molekülünün yapısı değişir ve postganglioner nöronon eksitasyonu veya inhibisyonu gerçekleşir. İki tip asetilkolin reseptörü vardır: **nikotinik** ve **muskarinik** reseptörler. Reseptörlerin bu şekildeki adlandırması nikotinik reseptörlerin özellikle nikotine (tütünde bulunur) ve muskarinik reseptörlerin özellikle muskarine (zehirli mantarda bulunur) cevap vermesinden kaynaklanmaktadır.

Sempatik ve parasempatik her iki nöronda da salınan asetilkolin postganglioner nöronlardaki öncelikle nikotinik reseptörlere bağlanır.

Hızlı, Yavaş ve İnhibitör Sinaptik Potansiyeller

Postganglioner nöronların hücre gövdeleri ve dendritlerindeki postsinaptik nikotinik reseptörlerin aktivasyonu membranda depolarizasyona, Na^+ ve Ca^+ iyonlarının içeri girişine ve hızlı eksitatör postsinaptik potansiyelin (**hızlı EPSP**) oluşmasına neden olur. Postsinaptik akson boyunca ileti için genellikle birkaç presinaptik akson terminalinin ateşlenmesi ve sumasyonu (aditif etkileşim) gerekir. Hızlı EPSP 15msan. içerisinde maksimuma ulaşır.

Asetilkolinin az sayıda postsinaptik muskarinik reseptörleri de aktive ettiği düşünülmektedir. Bu durum da 2 ile 5 saniye süren yavaş eksitatör postsinaptik potansiye-



Şekil 14-4 Bir presinaptik uçtan asetilkolin salınımına örnek. Tek bir presinaptik uyarı nikotinik reseptörde hızlı eksitatör postsinaptik, potansiyeli (**hızlı EPSP**) yaratır. Devam eden uyarı muskarinik resptörde yavaş eksitatör postsinaptik potansiyele (**yavaş EPSP**) veya yavaş inhibitor postsinaptik potansiyele (**yavaş IPSP**)neden olabilir. Sempatik ve parasempatik nöronlarda salınan asetilkolin öncelikle postganglionik nöronlardaki nikotinik reseptörlere bağlanır.

lin (yavaş EPSP) gelişimini sağlar. Mekanizma karmaşık olup yavaş potansiyel Na^+ ve Ca^+ kanallarının açık olduğu ve M tipi K^+ kanallarının kapalı olduğu zaman gelişir; bu da membran depolarizasyonunu yaratır. 1 ile 2 dakikaya kadar süren geç yavaş EPSP nöropeptid transmitterler tarafından da oluşturulabilir.

Postsinaptik muskarinik reseptörlerin aktivasyonu yaklaşık 10 saniye kadar süren yavaş inhibitör postsinaptik potansiyelin (yavaş IPSP) yaratılmasına da neden olabilir. IPSP, K^+ kanalların açılması ve K^+iyonların sinaptik aralığa akışı sonucu hiperpolarizasyondan kaynaklanır.

Her iki sempatik ve parasempatik ganglionlarda bu kompleks postsinaptik potansiyellerin varlığı (Şek. 14-4) postsinapik membran potansiyelin nasıl değiştirilebileceğini ve ganglionik iletinin nasıl ayarlanabileceğini göstermektedir.

Ganglionu Uyaran Maddeler

Nikotin, lobelin ve dimetilfenilpiperazin postsinaptik membrandaki nikotinik reseptörleri aktive ederek sempatik ve parasempatik ganglionları uyarır ve hızlı EPSP yaratır.

Ganglion Bloke Eden Maddeler

Depolarizan ve nondepolarizan olmak üzere ganglion bloke eden maddelerin iki tipi vardır. **Nikotin** yüksek konsantrasyonlarda blok sağlayan bir madde olarak rol oynar; önce postganglionik nöronu uyarır ve depolarizasyon sağlar; daha sonra eksitabil membranın depolarizasyonunu korur. Bu geç fazda postganglionik nöron uyaran maddenin aktive ettiği reseptör tipinden bağımsız hiçbir uyarana cevap vermez.

Hexamethonium ve **tetraethylammonium** ganglionları, reseptör tarafında asetilkolin ile yarışarak bloke eder.

Postganglionik Sinir Sonlanmaları

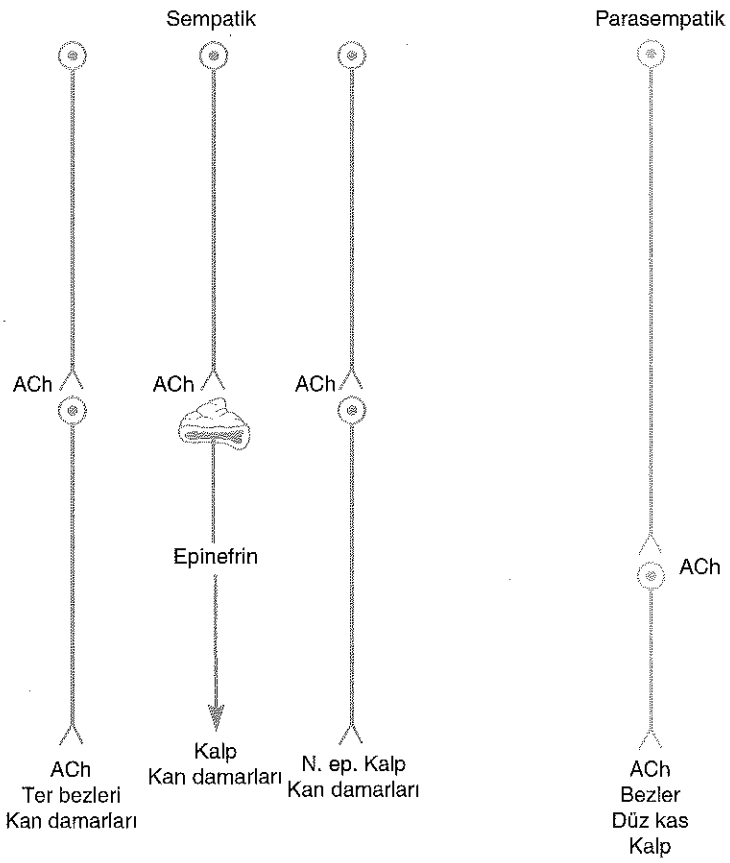
Postganglionik lifler, özel belirli sonlanmalar yapmaksızın effektör hücreler üzerinde sonlanırlar. Aksonlar gevşek bez hücreler veya düz kas-kalp kası lifleri arasından geçerler ve Schwann hücre kılıflarını kaybederler. Buralarda, aksoplazma içinde dolu veziküller mevcutsa sinaptik geçiş (transmisyon) gerçekleşir (Bkz. Şek. 3-37). Akson üzerindeki taraf effektör hücreden biraz uzakta kalabilir; bu şekildeki sonlanmalarda sinaptik geçiş yavaş olabilir. Keza geniş ekstrasellüler aralıklarda transmitterlerin difüzyonu, bir sinirin çok sayıdaki effektörler üzerinde uyarısını sağlar.

Postganglionik Transmitterler

Parasempatik postganglionik sinir uçlarından transmitter madde olarak **asetilkolin** serbestlenir (Bkz. Şek. 14-5). Asetilkolin sinaptik yarığı geçer ve postsinaptik membran üzerindeki kolinerjik reseptöre reversibl olarak bağlanır. Asetilkolin 2-3 ms içinde reseptör membranlarında ve sinir yüzeyi üzerindeki **asetilkolinesteraz** enzimi tarafından asetik asit ve koline hidrolize olur. Kolin sinir uçları içine reabsorbe edilir ve tekrar asetilkolin sentezinde kullanılır.

Birçok sempatik postganglionik sinir ucundan transmitter madde olarak **norepinefrin**[2] serbestlenir. İlave olarak, özellikle ter bezi hücrelerinde ve iskelet kasın kan damarlarında sonlanan bazı sempatik postganglioner sinir uçlarından postsinapik membrandaki muskarinik reseptörlere bağlanan **asetilkolin** salınır.

[2]Amerika Birleşik Devletleri'nde, **norepinefrin** sempatik sinir sistemindeki transmittere ve **epinefrin,** suprarenal medulladaki hormona verilen addır. Dünyanın çeşitli yerlerinde bu iki madde **noradrenalin** ve **adrenalin** olarak adlandırılır.



Şekil 14-5 Otonom sinir sisteminin efferent bölümleri ve sinir uçlarından salınan kimyasal transmitter maddeler. Ach=Asetilkolin ; N.ep.=Norepinefrin.

Norepinefrin kullanan sempatik uçlar **adrenerjik sonlanmalar** olarak adlandırılır. Effektör organlarda **alfa** ve **beta** olmak üzere iki büyük gurup **reseptör** vardır.

Alfa reseptörlerinin (alfa-1 ve alfa-2 reseptörleri) ve beta reseptörlerinin (beta-1 ve beta-2 reseptörleri) ikişer altgrubu tanımlanmıştır. Norepinefrin, beta reseptörlerden ziyade alfa reseptörleri üzerinde daha büyük etkiye sahiptir. **Fenilefrin** izole alfa stimülatördür (uyarıcı). **Metaproterenol** ve **albuterol** gibi bronkodilatasyon sağlayan maddeler, esas olarak beta-2 reseptörler üzerinde etkili olurlar. Genel bir kural olarak alfa reseptörler, sempatik sistemin eksitatör işlevlerinin çoğu ile bağlantılıdır (ör., düz kas kontraksiyonu, vasokonstriksiyon, diaforesis); buna karşın beta reseptörler inhibitör işlevlerin çoğu ile ilgilidir (ör., düz kaslarda relaksasyon-gevşeme). Beta-2 reseptörler esas olarak akciğerlerde bulunur ve uyarılmaları bronkodilatasyonla sonuçlanır. Beta-1 reseptörler miyokardda bulunurlar ve eksitasyonla (uyarı) ilgilidirler.

Effektör hücrelerin reseptör tarafındaki norepinefrinin etkileri sinir ucu içine geri alınarak (reuptake) elimine edilir; burada tekrar kulanılmak üzere presinaptik veziküllerde biriktirilir. Norepinefrinin bir bölümü sinapik aralıktan genel dolaşıma katılır ve akabinde karaciğerde metabolize olur.

Diğer Postganglionik Transmitterler

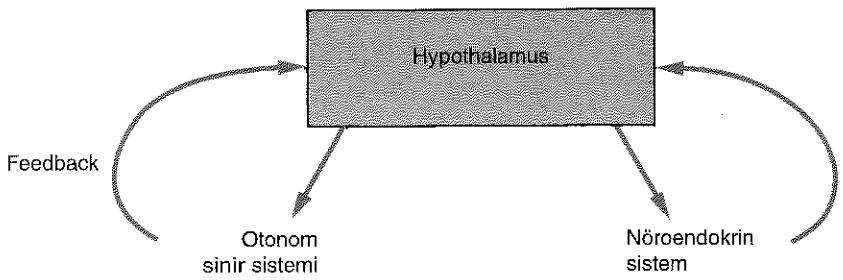
Sempatik ve parasempatik postganglionik nöronların sonlanmalarında asetilkolin ve norepinefrin dışında da maddeler açığa çıkardıkları tesbit edilmiştir ; bunlar adenozin trifosfat (ATP), nöropeptid **Y** ve substans **P**'dir. Bu maddeler tek başlarına veya asetilkolin veya norepinefrin salgılayan nöronlardan açığa çıkabilir; kendilerine ait özel reseptörleri vardır. Bu transmitterlerin fonksiyonu muhtemelen primer transmitterlerin etkilerini ayarlamaktır.

Kolinerjik Reseptörlerin Bloke Edilmesi

Parasempatik ve sempatik postganglioner sinir uçlarının bazılarından, effektör hücreler üzerindeki reseptörleri **muskarinik** olan transmitter madde olarak asetilkolin salınır. Bu reseptörlerin uyarılma etkileri **atropin** tarafından bloke edilir. Atropin, effektör hücreler üzerindeki kolinerjik reseptörler tarafından yaratılan muskarinik etkileri yarışarak antagonize eder.

Adrenerjik Reseptörlerin Bloke Edilmesi

Alfa-adrenerjik reseptöler **fenoksibenzamin**, beta-adrenerjik reseptörler **propranolol** tarafından bloke edilebilirler. Sempatik uçlarda norepinefrinin sentez ve depolanması **reserpin** ile inhibe edilir.



Şekil 14-6 Otonom sinir sistemi ve nöroendokrin sistem için kontrol merkezi olarak hipotalamus.

Otonom Sinir Sistemini Kontrol Eden Yüksek Merkezler

Otonom sinir sistemi üzerinde hypothalamus'un önemli bir kontrol etkisi vardır. Otonom ve nöroendokrin sistemlerin entegrasyonunu sağlayarak vücudun homeostazını korur (Şek. 14-6). Aslında hypothalamus, beyin sapı ve medulla spinalis'te bulunan alt otonom merkezleri kontrol eden yüksek bir otonom merkez olarak kabul edilmelidir.

Hypothalamus'un ön bölümünün etkisiyle parasempatik, arka bölümünün etkisiyle de sempatik sistem uyarılır. Ek olarak hayvanlarda yapılan deneyler sonucunda formatio reticularis'te **vasopresör, vasodilatatör, kardiyoakseleratör, kardiodeseleratör** ve **respiratuvar** gibi alt beyin sapı merkezleri bulunmuştur. Kontrolün çeşitli seviyelerinin, farklı bölgelerin inen ve çıkan yollar aracılığıyla bağlanması sonucu gerçekleştiği düşünülmektedir. Sempatik bölümün torakolumbal çıkışlı nöronları ve parasempatik bölümün kraniosakral çıkışlı nöronları formatio reticularis'in inen yolları ile kontrol edilir.

Uzun süreden beri serebral korteksin ve limbik sistemin çeşitli bölümlerinin uyarılmasıyla çeşitli otonomik etkilerin ortaya çıktığı ve bunun da hypothalamus'la sağlandığı bilinmektedir. Otonom sinir sisteminin belli bir oranda istemli kontrol altına alınabilir. Örneğin, genç kişilerde utandıklarında yüzlerinin kolayca kızardığı görülür. Ancak erişkin yaşlarda kişiler kendilerini bilinçli olarak eğiterek bu durumu kontol altına alabilirler. Ayrıca beynin üst merkezlerinin, otonom sinir sisteminin aktivitelerini anormal etkileyebileceği ve kardiak palpitasyon (aritmi) ve myokard enfarktüsüne yol açabileceği de vurgulanmalıdır.

Enterik Sinir Sistemi

Sinir hücresi ve liflerinden oluşan iki önemli pleksus kesintisiz olarak gastrointestinal kanal boyunca ve çevresinde özofagustan anal kanala kadar uzanır. Plexus submucosus (Meissner pleksusu) muköz membran ve sirküler kas tabakası arasında, plexus myentericus (Auerbach pleksusu) sirküler ve longitudinal kas tabakaları arasında bulunur. Plexus submucosus özellikle mukozadaki bezlerin kontrolünü sağlar; plexus myentericus ise kas ve bağırsak duvarının peristaltiği ile ilgilidir.

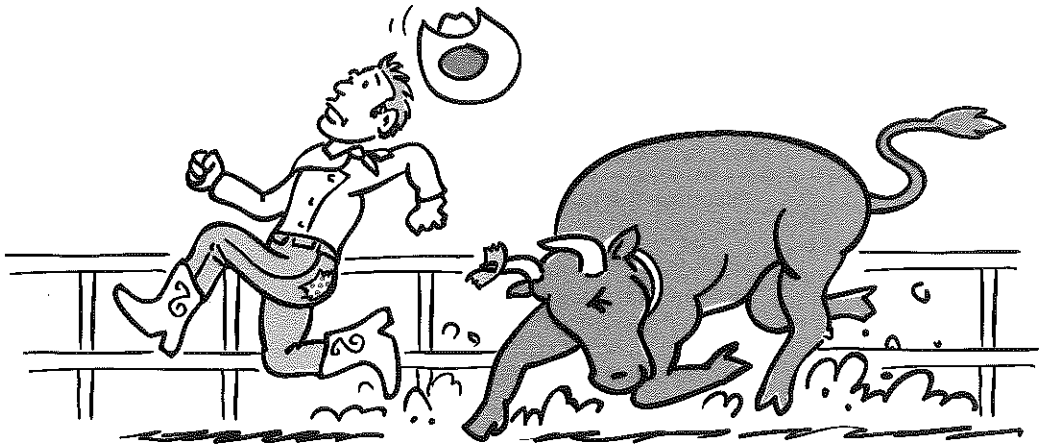
Bu pleksusların preganglionik ve postganglionik sinir lifi ile sinir hücreleri içeren basit parasempatik pleksuslar olarak kabul edilmesi artık doğru değildir. Barsak duvarındaki düz kasların plexus myentericus olmasa da kasıldığı, fakat peristaltik ve segmental hareketlerde görüldüğü gibi koordineli amaçlı kontraksiyonların, merkezi sinir sistemi ile bağlantısı kesilse de bir sinir pleksusunun varlığını gerektirir.

Pleksuslarda çeşitli nöronlar tespit edilmiştir. Bazı nöronlar bipolar veya unipolar olup sensitif olduğu düşünülür. Bu nöronlar lokal refleks aktiviteye katılır. Diğer nöronların aksonları plexus coeliacus ve plexus mesentericus'a gider. Preganglionik parasempatik lifler, düz kasları ve bezleri innerve eden postganglionik parasempatik liflerin sinir hücreleriyle sinaps yapar. Parasempatik sinir hücrelerinde sonlanan postganglionik sempatik lifler tespit edilmiştir. Bu liflerin, parasempatik aktivitede inhibitör etkisi olduğu sanılmaktadır. Ara nöronlar da mevcuttur. Sinir hücrelerinin ve çıkıntılarının, merkezi sinir sistemindeki astrositlere benzer nöroglia şeklindeki hücrelerle çevrili olması ilginçtir. Enterik pleksus barsak duvarının aktivitelerini koordine ederken parasempatik ve sempatik uyarıların bu aktiviteleri regüle ettiği öne sürülmektedir.

Otonom Sinir Sisteminin Fonksiyonları

Otonom sinir sistemi, endokrin sistemle birlikte vücut homeostazını korur. Endokrin kontrol daha yavaş olup kanla taşınan hormonlarla etkisini gösterir.

Otonom sinir sisteminin fonksiyonları çoğunlukla bilinçaltı düzeyde gerçekleşir. Örneğin göz bebeklerimizin dilatasyonunun veya arterlerimizin kontraksiyonunun farkına varmayız. Bu sistem, sinir sisteminden ayrı bir



Şekil 14-7 Bu adam, otonom sinir sisteminin sempatik bölümünden iyi yararlanıyor.

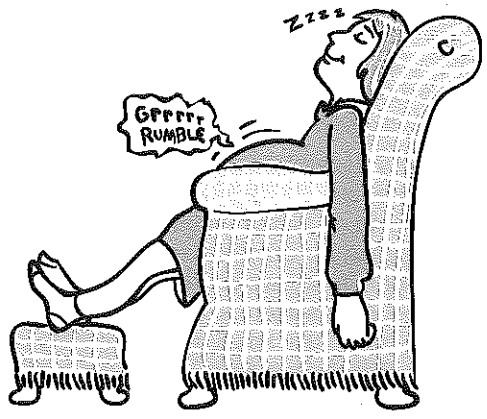
parça olarak algılanmamalıdır, çünkü otonom sinir sistemi duygularımızı ifade etmede somatik aktivite ile birlikte rol oynar ve bazı otonom aktiviteler, miksiyon gibi, istemli kontrol altına alınabilir. Otonom ve endokrin sistemin çeşitli aktiviteleri hipotalamusla entegredir.

Otonom sinir sisteminin sempatik ve parasempatik bölümleri iç dünyanın stabiletisinin korunmasında birlikte çalışır. Sempatik bölüm vücudu ani ciddi egzersizler, korku ve heyecan olduğunda acil duruma hazırlar (Şek. 14-7). Parasempatik bölüm vücutta enerji depolanmasını sağlar, örneğin sindirim sistemi bezlerinin salgısını çoğaltarak ve barsak peristaltiğini artırarak sindirim ve yiyeceklerin emilimini aktive eder (Şek. 14-8).

Otonom sinir sisteminin sempatik ve parasempatik bölümleri genellikle bir organ üzerinde antagonist kontrole sahiptir. Örneğin sempatik aktivite kalbin hızını artırır, parasempatik etki ise kalbin hızını yavaşlatır. Sempatik aktivite bronşlardaki düz kas liflerini gevşetir, fakat parasempatik aktivite kasa kontraksiyon yaptırır.

Ancak çoğu organın, otonom sistemin bu hassas ikili kontrolüne sahip olmadığını belirtmek gerekir. Örneğin kıl foliküllerinin düz kasına (m. arrector pili) sempatik aktivite kontraksiyon yaptırır, ancak paresempatik kontrol söz konusu değildir.

Bazı organların aktiviteleri otonom sinir sisteminin bir veya diğer bölümüyle sabit inhibitör bir durumda bulunur. Egzersiz yapmış bir atletin kalbi parasemptaki sistemin aktivitesiyle atım hızı yavaştır. Bu çok önemlidir; çünkü kalp, yavaş kontraksiyonda çok hızlı kontraksiyondan daha etkili bir pompadır; çünkü bu durum ventriküllerin yeterli oranda diastolik doluşuna olanak verir.



Şekil 14-8 Otonom sinir sisteminin parasempatik bölümünün aktivitelerini hızlandırmak için iyi ve bol bir yemekle rahat bir koltuktan daha güzel bir şey yoktur.

Otonom Sinir Sisteminin Sempatik ve Parasempatik Bölümleri Arasındaki Anatomik, Fizyolojik ve Farmakolojik Önemli Farklar (Tablo 14-1)

1. Sempatik efferent sinir lifleri (Bkz. Şek. 14-2) medulla spinalis'in columna lateralis'inin birinci torakal ve ikinci lumbal segmentler (**torakolumbal bölüm**) arasındaki sinir hücrelerinden çıkar. Parasempatik efferent sinir lifleri, üçüncü, yedinci, dokuzuncu ve onuncu kranial sinirlerin, sinir hücrelerinden ve omuriliğin ikinci, üçüncü ve dördüncü sakral segmentlerinin (**kraniosakral bölüm**) gri cevherinden orijin alır.
2. Sempatik ganglionlar paravertebral truncus sympathicus'ta veya ganglion coeliacum gibi prevertebral ganglionlarda bulunur (Bkz. Şek. 14-2). Parasempatik ganglion hücreleri küçük ganglionlar olarak organların yakınında veya organların içindeki pleksusların içinde yer alır.

Tablo 14-1 Otonom Sinir Sisteminin Sempatik ve Parasempatik Bölümlerinin Anatomik, Fizyolojik ve Farmakolojik Özelliklerinin Karşılaştırılması

	Pars Sympathica	Pars Parasympathica
Fonksiyon	Vücudu acil durum için hazırlar	Enerji depolar
Çıkış yeri	T1-L2 (3)	III., VII, IX ve X kranial sinirler; S2, 3 ve 4
Preganglionik lifler	Miyelinli	Miyelinli
Ganglia	Paravertebral (truncus sympathicus); prevertebral (örn. ggl. coeliacum, ggl. mesentericum superius, ggl. mesentericum inferius)	Organlara yakın küçük gangliyonlar örn. ggl. oticum, ggl. ciliare veya pleksuslardaki gangliyon hücreleri (ör., plexus cardiacus, plexus pulmonalis)
Ganglion içindeki nörotransmitterler	Asetilkolin	Asetilkolin
Ganglion bloku maddesi	Heksametonium ve tetraetilamonyum, asetilkolinle rekabet içinde	Heksametonium ve tetraetilamonyum, asetilkolinle rekabet içinde
Postganglionik lifler	Uzun, miyelinsiz	Kısa, miyelinsiz
Karakteristik aktivite	Çok sayıda postgangliyonik liflerder ve medulla suprarenalis'ten epinefrin ve norepinefrin açığa çıkartılması sonucu yaygın	Birkaç postgangliyonik lif sonucu sınırlı aktivite
Postganglionik sonlanmalardaki nörotransmitter	Çoğu sonlanmada norepinefrin, birkaçında asetilkolin (ter bezleri)	Tüm sonlanmalarda asetilkolin
Effektör hücre reseptörlerini bloke eden maddeler	Alfa-adrenerjik reseptörler—fenoksibenzamin, beta-adrenerjik reseptörler—propranolol	Atropin, skopolamin
Postganglionik sonlanmalarda nörotransmitterlerin sentezini ve depolanmasını inhibe eden maddeler	Reserpin	
Effektör hücrelerine bağlanacakları yerde nörotransmitterlerin hidrolizini inhibe eden maddeler		Asetilkolinesteraz blokerleri (örn., neostigmin)
Otonom aktiviteyi taklit eden ilaçlar	Sempatomimetik ilaçlar Fenilefrin: alfa reseptörler Isoproterenol: beta reseptörler	Parasempatomimetik ilaçlar Pilokarpin Metakolin
Üst kontrol merkez	Hypothalamus	Hypothalamus

3. Otonom sinir sisteminin sempatik bölümünün uzun postganglionik lifleri, parasempatik sistemin ise kısa lifleri vardır (Bkz. Şek. 14-5).
4. Sempatik bölüm, preganglionik liflerin çok sayıdaki postganglionik liflere sinapsı ve medulla suprarenalis'ten sempatik transmitterlerle olan ve kan yoluyla vücuda yayılan epinefrin ve norepinefrinin açığa çıkarılması sonucu vücut üzerinde yaygın bir aktiviteye sahiptir (Bkz. Şek. 14-5). Otonom sinir sisteminin parasempatik bölümünün daha sınırlı bir kontrolü vardır, preganglionik lifler sadece birkaç postganglionik lifle sinaps yapar ve medulla suprarenalis'e eşdeğer bir organ da yoktur.
5. Sempatik postganglionik sonlanmaların çoğundan epinefrin ve sadece birkaçından asetilkolin (örn., ter bezleri) açığa çıkar. Parasempatik postganglionik sonlanmalardan asetilkolin açığa çıkar (Bkz. Şek. 14-5).
6. Otonom sinir sisteminin sempatik bölümü vücudu acil duruma ve ciddi müsküler aktiviteye hazırlar; parasempatik bölüm ise enerji depolar.

Otonom sinir sisteminin bu iki komponentinin farklı aktivitelerini öğrenmede kolaylık amacıyla, birdenbire kendini bir tarlanın ortasında saldırmaya hazır bir boğa ile birlikte yalnız bulan bir erkeğin sempatik aktivitesinin en üst düzeyde olduğunu anımsamak yardımcı olacaktır (Bkz. Şek. 14-7). Korkudan saçları dikleşecektir; derisi vazokonstriksiyon sonucu soluk bir renk alacak, bu durum kanın deri ve organlardan kalp kasına ve iskelet kasına yönelmesini sağlar. Üst göz kapakları yükselecek ve göz bebekleri nereye kaçabileceğini daha iyi görmesi için iyice dilate olacaktır. Kalp atım hızı artacak, arteriollerin periferik direnci artarak kan basıncının yükselmesine neden olacaktır. Bronşların dilatasyonu sonucu havanın maksimum respiratuvar akımı sağlanacaktır. Peristaltik aktivite inhibe edilecek ve barsak sifinkterlerinin kontraksiyonu gerçekle-

şecektir. M. sphincter vesicae'da kontraksiyon olacak (durum defekasyon ve miksiyonu düşürmek için uygun değildir). Glikojen enerji için glukoza dönüştürülecek ve kişi terleme sonucu ısı kaybedecektir.

Parasempatik aktivite ise, memnun edici bir öğünden sonra koltukta uyuya kalmış bir bayanda en üst düzeyde olacaktır (Bkz. Şek. 14-8). Kalp atım hızı yavaş olacak ve kan basancı yüksek olmayacaktır. Üst göz kapakları kapanacak ve göz bebeklerinin kontraksiyonu gerçekleşecektir. Bronşiyal kontraksiyon sonucu solunumu sesli olacaktır. Artmış peristaltizim sonucu barsaklar guruldayacak; defekasyon ve miksiyon eğilimini hissedebilecektir.

Bazı Önemli Otonomik İnnervasyonlar (Tablo 14-2)

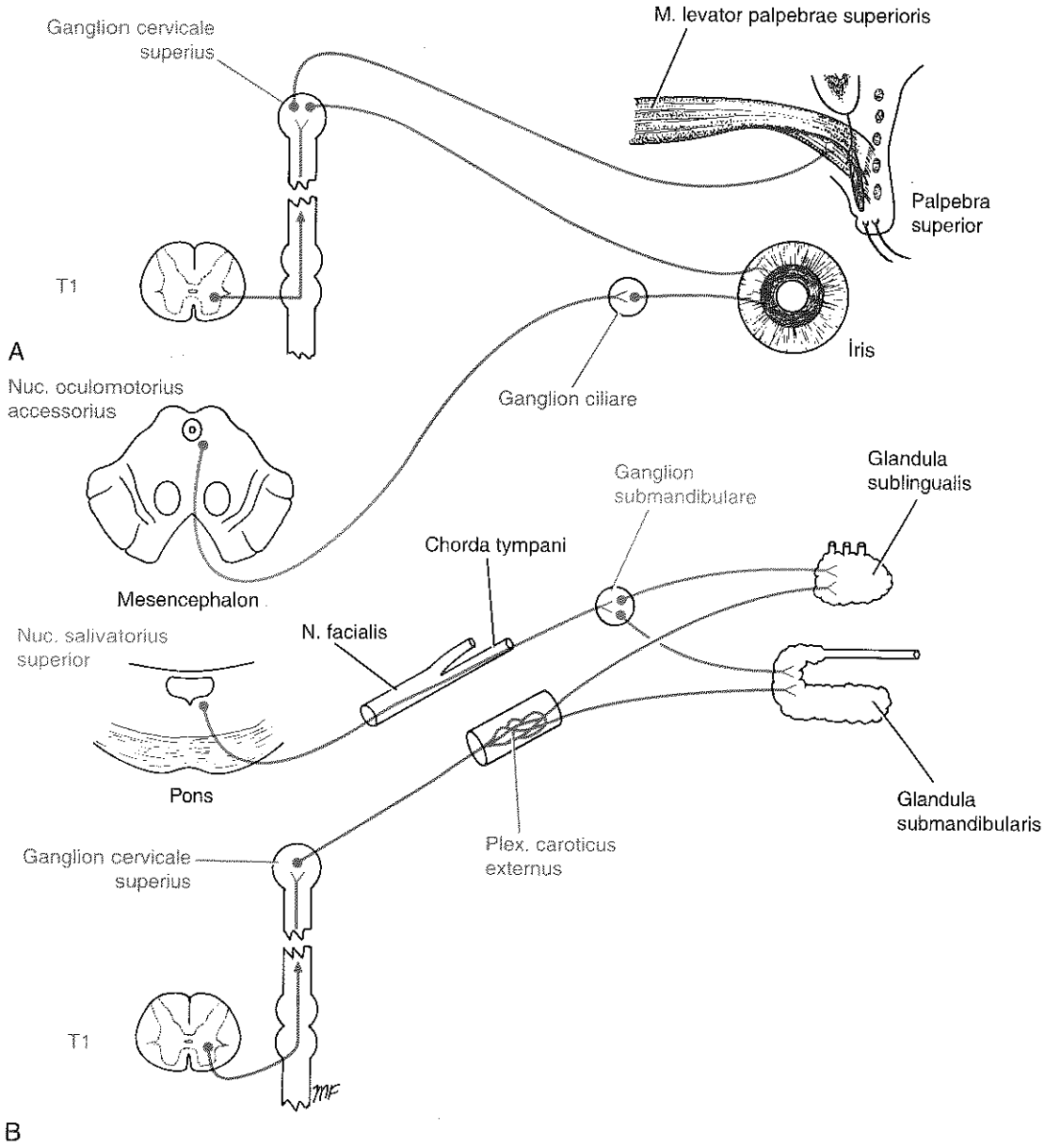
Göz

Üst Gözkapağı (Palpebra Superior)

Üst gözkapağı, m. levator palpebrae superioris tarafından yukarıya kaldırılır. Bu kasın büyük bölümü (pars superficialis) iskelet kasından yapılı olup n. oculomotorius tarafından innerve edilir. Küçük bir bölümü (pars profunda) ise düz kas yapısında olup ganglion cervicale

Tablo 14-2 Vücuttaki Organlar Üzerinde Otonom Sinir Sisteminin Etkileri

Organ		Sempatik Etki	Parasempatik Etki
Göz	Pupilla	Dilate eder	Konstriksiyon
	M. ciliaris	Relakse eder	Kontraksiyon
Bezler	Gl. lacrimalis, gl. parotidea, gl. submandibularis, gl. sublingualis, gll. nasales	Kan damarlarında vazokonstriksiyon sağlıyarak sekresyonu azaltır.	Sekresyonu artırır
	Ter bezleri, (gll. sudoriferae)	Salgıyı artırır	
Kalp	Kalp kası	Kontraksiyon gücünü artırır	Kontraksiyon gücünü azaltır
	Koroner arterler (esas olarak lokal metabolik faktörler tarafından kontrol edilir)	Dilate eder (beta reseptörler), daraltır (alfa reseptörler)	
Akciğer	Bronş kasları	Relakse eder (bronşları dilate eder)	Konstriksiyon sağlar (bronşları daraltır)
	Bronş salgısı		sekresyonu artırır
	Bronş arterleri	Daraltır	Dilate eder
Gastrointestinal kanal	Duvarlardaki kaslar	Peristaltizmi azaltır	Peristaltizmi artırır
	Sifinkter kasları	Kontrakte eder	Relakse eder
	Bezler	Kan damarlarında vazokonstriksiyon sağlıyarak salgıyı azaltır	Sekresyonu artırır
Karaciğer		Glikojeni glikoza parçalar	
Safra kesesi		Relakse eder	Kontrakte eder
Böbrek		Arterlerdeki konstriksiyon nedeni ile çıkışı azaltır	
Mesane	M. detrussor vesicae	Relakse eder	Kontrakte eder
	M. sphincter vesicae	Kontrakte eder	Relakse eder
Penis ve clitoris'in erektil dokusu			Relakse eder, ereksiyon sağlar
Ejakulasyon		Vas deferens, vesicula seminalis ve prostatın düz kaslarını kontrakte eder	
Sistemik arterler			
Deri		Konstrikte eder	
Abdominal		Konstrikte eder	
Kas		Konstrikte eder (alfa reseptörler), dilate eder (beta reseptörler) dilate eder (kolinerjik)	
M. arrector pili		Konstrikte eder	
Böbreküstü bezi			
Cortex		Stimüle eder (uyarır)	
Medulla		Norepinefrin ve epinefrin salgılatır	



Şekil 14-9 **A:** Üst göz kapağı ve iris'in otonom innervasyonu. **B:** Sublingual ve submandibuler tükrük bezlerinin otonom innervasyonu.

superius'tan çıkan postganglionik sempatik liflerle innerve edilir (Şek. 14-9).

İris

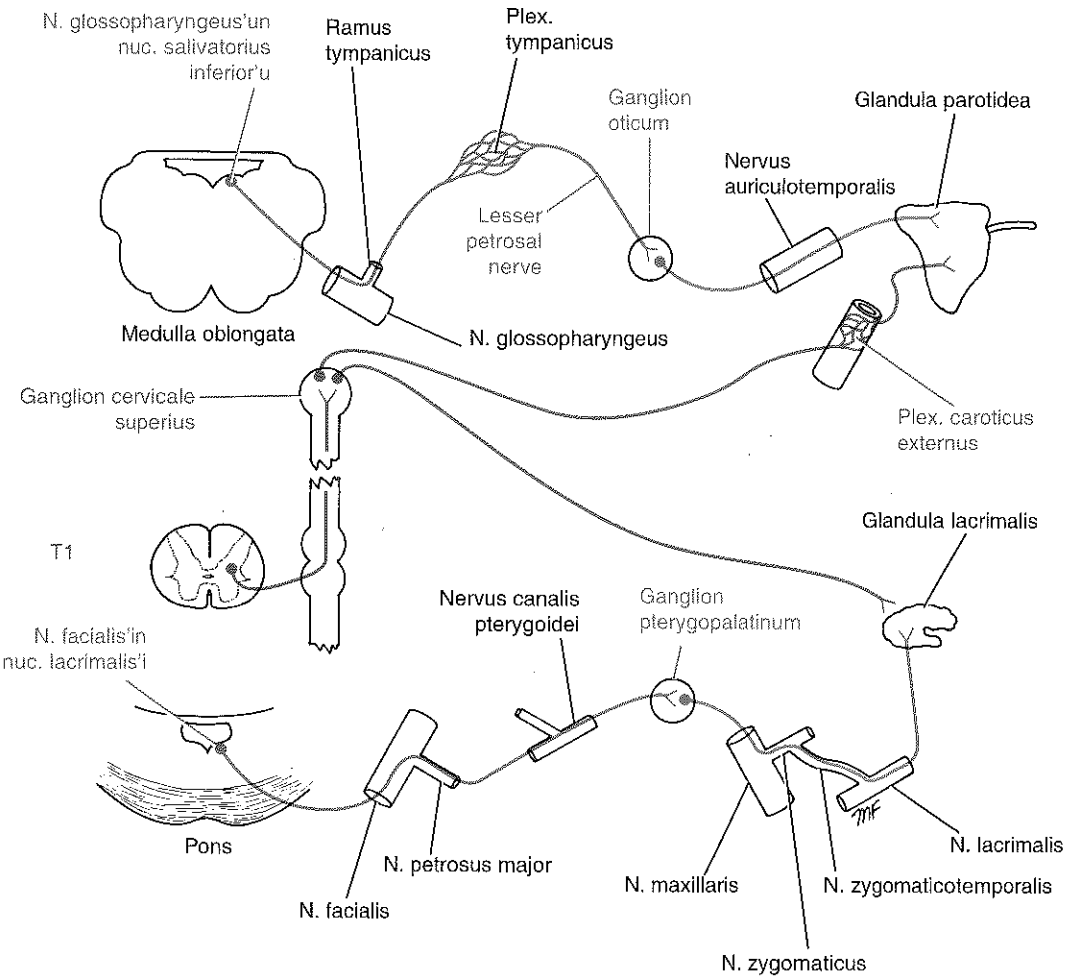
İris'in düz kası, sirküler ve radier seyirli lifler içerir. Sirküler lifler m. sphincter pupillae'yı, radier lifler m. dilatator pupillae'yı oluşturur.

M. sphincter pupillae, n. oculomotorius'un parasempatik çekirdeğinden (Edinger-Westphal çekirdeği) çıkan parasempatik liflerle innerve edilir (Şek. 14-9). **Ganglion ciliare**'de sinaps yaptıktan sonra, postganglionik lifler **nn. ciliares breves** içinde göz yuvarlağına (öne) doğru ilerlerler (m. ciliaris de nn. ciliares breves ile innerve edilir; bkz. s. 340).

M. dilatator pupillae, ganglion cervicale superius'tan çıkan postganglionik lifler ile innerve edilir (Bkz. Şek. 14-9). Postganglionik lifler a. carotis interna ve a. ophthalmica boyunca orbita'ya ulaşır. Lifler ganglion ciliare'den sinaps yapmadan geçerek **nn. ciliares breves** içinde göz yuvarlağına girerler. Diğer sempatik lifler **nn. ciliares longi** ile göz küresine girerler.

Glandula Lacrimalis

Glandula lacrimalis'i innerve edecek olan parasempatik sekretomotor lifler n. facialis'in **nuc. lacrimalis**'inden orijin alır (Şek. 14-9). Preganglionik lifler **n. intermedius**, onun **n. petrosus major** dalı ve **n. canalis pterygoidei**



Şekil 14-10 Glandula parotidea ve glandula lacrimalis'in otonom innervasyonu.

yolu ile **ganglion pterygopalatinum**'a ulaşır. Postganglionik lifler ganglionu terk ederler ve n. maxillaris'e katılırlar. Bu lifler daha sonra n. maxillaris'in **n. zygomaticus** ve **n. zygomaticotemporalis** dalı içine geçerler. Postganglioner parasempatik lifler **n. lacrimalis** içinde glandula lacrimalis'e ulaşır.

Postganglioner sempatik lifler ganglion cervicale superius'tan orijin alırlar ve plex. caroticus internus içinde ilerlerler. Bu lifler **n. petrosus profundus, n. canalis pterygoideus, n. maxillaris, n. zygomaticus** ve **n. zygomaticotemporalis** içinde seyrederek sonunda n. lacrimalis'e katılırlar. Sempatik lifler vazokonstriktör rol oynarlar.

Tükrük Bezleri

Glandula Submandibularis ve Glandula Sublingualis

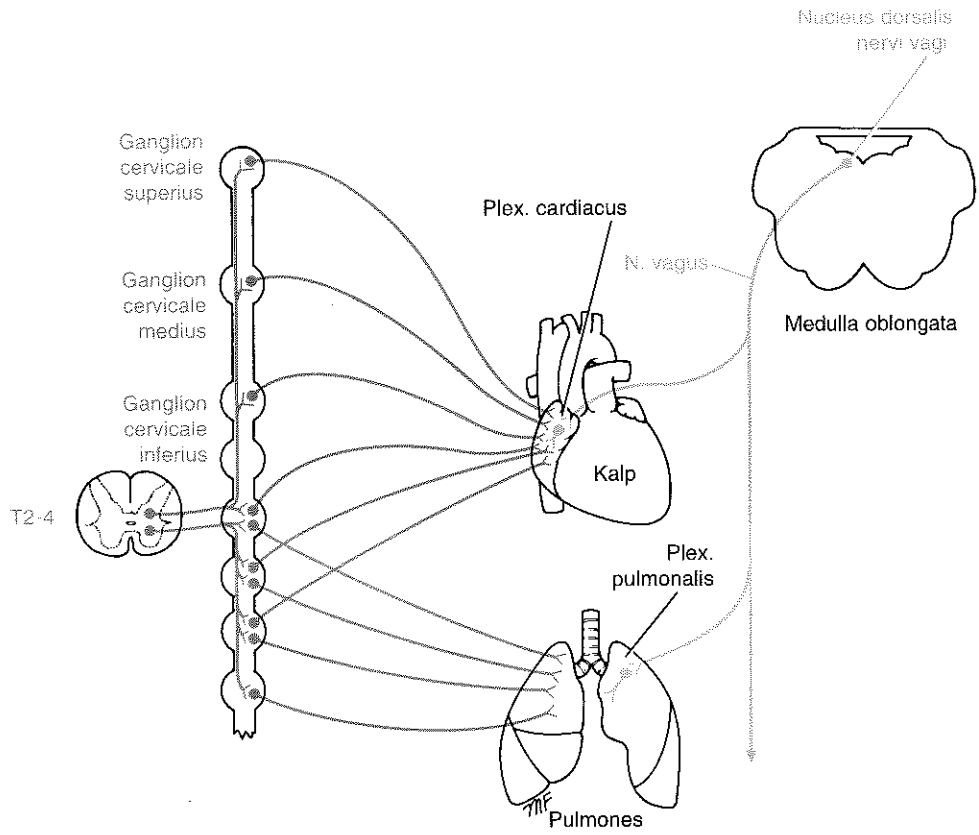
Parasempatik sekretomotor lifler n. facialis'in **nuc. salivatorius superior**'undan orijin alır (Bkz. Şek. 14-9). Preganglionik lifler **chorda tympani** ve **n. lingualis** yolu ile **ganglion submandibulare** ve duktusa yakın diğer küçük ganglionlara geçer. Postganglionik lifler ya doğrudan veya duktus boyunca giderek submandibuler beze ulaşır. Postganglionik lifler sublingual beze n. lingualis yoluyla gider.

Sempatik postganglioner lifler ganglion cervicale superius'tan çıkarlar; a. carotis externa, a. facialis ve a. lingualis etrafındaki sinir pleksusları olarak bezlere ulaşırlar. Sempatik lifler vazokonstriktör rol oynarlar.

Glandula Parotidea

Nervus glossopharyngeus'un **nuc. salivatorius inferior**'undan çıkan parasempatik sekretomotor lifler bezi innerve eder (Şek. 14-10). Preganglionik sinir lifleri **n. glossopharyngeus**'un **n. tympanicus**'u ve **n. petrosus minor** yolu ile ganglion oticum'a geçerler. Postganglionik lifler n. auriculotemporalis ile gl. parotidea'ya ulaşır.

Sempatik postganglionik lifler ganglion cervicale superius'tan çıkarlar ve a. carotis externa'nın etrafında sinir pleksusu şeklinde beze ulaşırlar. Bunlar vazokonstriktör lifler olarak işlev görürler.



Şekil 14-11 Kalp ve akciğerlerin otonom innervasyonu.

Kalp (Cor)

Sempatik postganglionik lifler, truncus sympathicus'un servikal ve üst torakal bölümlerinden çıkar (Şek. 14-11). Postganglionik lifler kalbe, truncus sympathicus'un servikal bölümünden çıkan **n. cardiacus cervicalis superior, medius** ve **inferior,** truncus sympathicus'un torakal bölümünden çıkan **rami cardiaci thoracici** yolu ile ulaşır. Lifler **plexus cardiacus** yolu ile seyrederek **nodus sinuatrialis, nodus atrioventricularis, kalp kasları** ve **koroner arterler** üzerinde sonlanır. Bu sinirlerin aktivasyonu kardiak akselerasyon, kalp kasının kontraksiyon gücünde artma ve koroner arterlerde dilatasyonla sonuçlanır. Koroner dilatasyon esas olarak koroner arterlerin doğrudan sinirsel uyarısından ziyade lokal metabolik gereksinmelere yanıt olarak ortaya çıkar.

Parasempatik preganglionik lifler, **nuc. dorsalis nervi vagi**'den orijin alarak n. vagus içinde toraksa ulaşır. Lifler **plex. cardiacus**'taki postganglionik nöronlar ile sinaps yaparak sonlanır. Postganglionik lifler **nodus sinuatrialis, nodus atrioventricularis** ve koroner arterler üzerinde sonlanır. Bu sinirlerin aktivasyonu, kalp atım oranında ve miyokardın kontraksiyon gücünde azalma, koroner arterlerde kontraksiyon yaratır. Burada tekrar etmek gerekir ki koroner konstriksiyon esas olarak nöral etkilerden ziyade lokal metabolik gereksinmelerdeki azalma sonucu oluşur.

Akciğerler

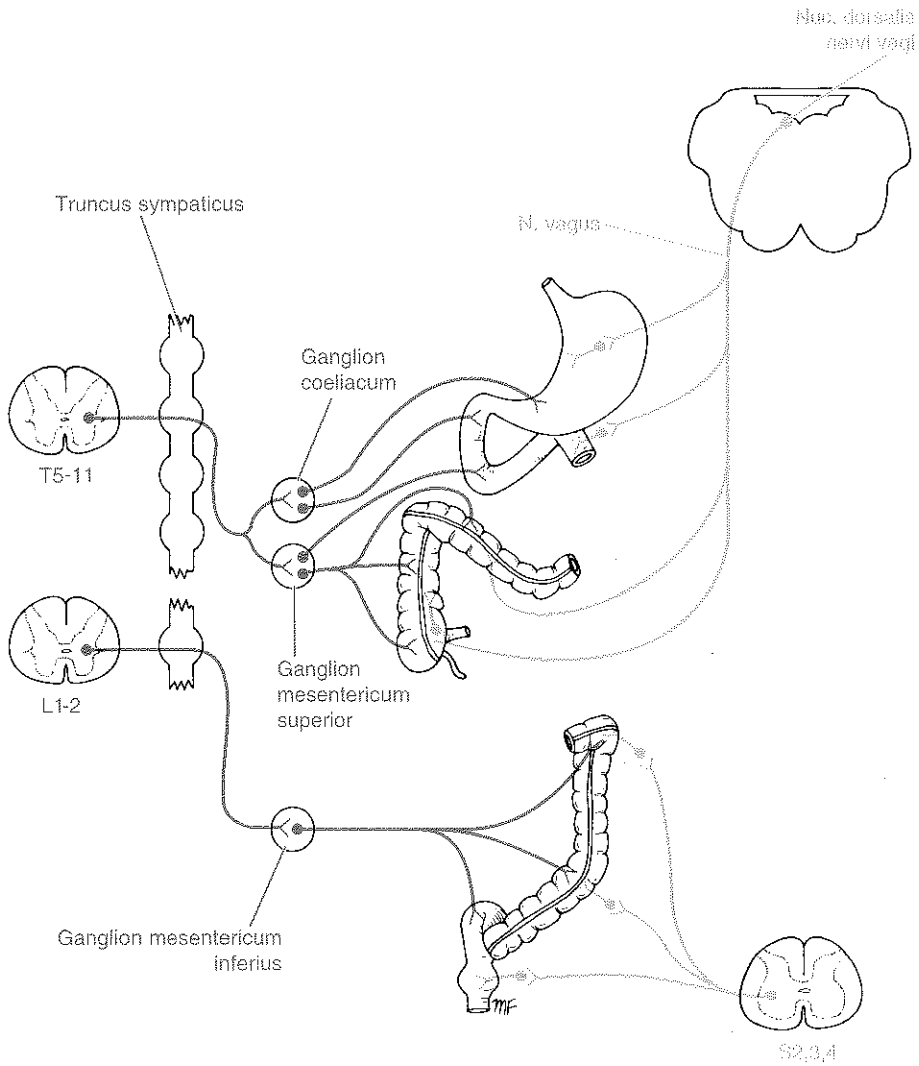
Sempatik postganglionik lifler, torakal 2.-5. sempatik zincir (truncus sympathicus) ganglionlarından çıkar (Bkz. Şek. 14-11). Lifler, pulmoner pleksuslar yolunu seyrederek akciğere girerler; burada bronşlar ve kan damarları etrafında ağlar oluştururlar. Sempatik lifler bronkodilatasyon ve hafif vazokonstriksiyon yaratır.

Parasempatik preganglionik lifler **nuc. dorsalis nervi vagi**'den çıkarak n. vagus içinde toraksa iner. Lifler pulmoner pleksuslarda bulunan postganglioner nöronlar ile sinaps yaparak, sonlanır. Postganglionik lifler akciğere girerler; burada bronşlar ve kan damarları etrafında ağlar oluştururlar. Parasempatik lifler bronkokonstriksiyon, hafif vazodilatasyon ve glanduler salgılarda artma sağlar.

Gastrointestinal Kanal

Mide ve Splenik Fleksuraya Kadar Olan Barsaklar

Preganglionik parasempatik lifler, **truncus vagalis anterior** (sol) ve truncus vagalis posterior (sağ) içinde abdomen'e girerler (Şek, 14-12). Lifler birçok abdominal organ ile mideden flexura coli sinistra'ya kadar olan gastrointestinal kanala dağılır. Gastrointestinal kanala geçen lifler **plex. myentericus** (Auerbach) ve **plex. submucosus** (Meissner)'daki postganglioner nöronlar üzerinde



Şekil 14-12 Gastrointestinal kanalın otonom innervasyonu.

sonlanır. Postganglionik lifler düz kaslar ve bezleri innerve eder. Parasempatik sinirler peristaltizmi ve sekresyonları uyarır, sifinkterleri relakse eder.

Sempatik preganglionik sinir lifleri truncus sympathicus'un torasik bölümü boyunca ilerliyerek **n. splanchnicus major** ve minor içine girerler. Bunlar abdomende aşağıya doğru uzanarak **ganglion coeliacum** ve **ganglion mesentericum superius**'taki postganglionik nöronlar ile sinaps yapar. Postganglionik sinir lifleri, mide ve a. mesenterica superior ve truncus coeliacus'un dalları etrafındaki sinir pleksusları olarak barsaklara dağılır. Sempatik sinirler peristaltizmi ve sekresyonu inhibe eder, sifinkterleri kasar (kontraksiyon) (Bkz. s. 404'deki enterik sinir sistemine).

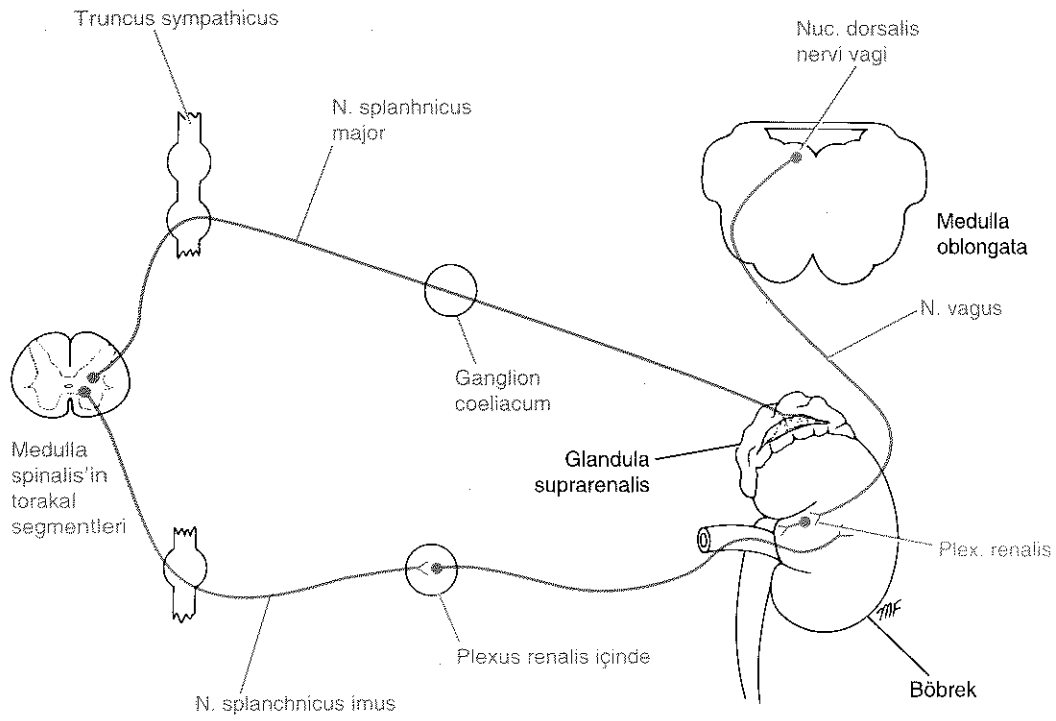
Colon Descendens, Colon Sigmoideum ve Rectum

Preganglionik parasempatik lifler omuriliğin sakral 2-4. segmentlerindeki gri cevherden orijin alırlar (Şek. 14-12). Lifler **nervi splanchnici pelvici** ve a. mesenterica inferior'un dalları etrafındaki sinir pleksusları boyunca ilerleyerek plex. myentericus (Auerbach pleksusu) ve plex. submukozus (Meissner pleksusu)'daki postganglionik nöronlar üzerinde sonlanırlar. Postganglionik lifler düz kas ve bezleri innerve ederler. Parasempatik sinirler peristaltizmi ve salgılamayı uyarır.

Sempatik preganglionik sinir lifleri, truncus sympathicus'un lumbal bölümü boyunca ilerleyerek **plex. mesentericus inferior**'daki postganglionik nöronlar ile sinaps yaparlar. Postganglionik lifler a. mesenterica inferior'un dalları etrafında sinir pleksusları olarak kalın barsaklara dağılırlar. Sempatik sinirler peristaltizmi ve salgılamayı inhibe eder.

Safra Kesesi ve Safra Yolları

Safra kesesi ve safra yolları plexus hepaticus'tan postganglionik sempatik ve parasempatik lifler alır. N. vagus'tan kaynaklanan parasempatik lifler motor lifler olarak safra kesesi ve safra yollarının düz kaslarına gider-



Şekil 14-13 Böbrek ve böbreküstü bezinin otonom innervasyonu.

ler, Oddi sifinkterlerinde inhibitör etki yaratırlar.

Otonomik afferent lifler de vardır. Liflerin bazılarının plexus hepaticus'u terkettiğine ve n. phrenicus dexter'e katıldığı kabul edilir; böylece safra kesesi hastalıklarında yansıyan omuz ağrısı belirtisi açıklanabilir (Bkz. s. 420).

Böbrek

Preganglionik sempatik lifler truncus sympathicus'un alt torakal bölümünden çıkarak n. splanchnicus imus yolu ile a. renalis etrafındaki **plex. renalis**'e katılırlar (Şek. 14-13). Preganglionik lifler plex. renalis içindeki postganglionik nöronlar ile sinaps yaparlar. Postganglionik lifler a. renalis'in dalları boyunca dağılır. Sempatik sinirler böbrek içindeki renal arterlerde vazokonstriktör rol oynarlar.

Preganglionik parasempatik lifler n. vagus'tan plex. renalis'e girerler. Burada parasempatik sinirler, lifleri a. renalis'in dalları boyunca giderek böbreğe ulaşacak olan postganglionik nöronlar ile sinaps yaparlar. Parasempatik sinirler vazodilatatör rol oynarlar.

Böbrek Üstü Bezinin Medullası

Preganglionik sempatik lifler, sempatik zincirin torakal bölümünün bir dalı olan **n. splanchnicus major** içinde olarak beze ulaşırlar (Bkz. Şek. 14-13). Sinir lifleri, postganglionik nöronlara özdeş olan medullanın sekretuvar hücreleri üzerinde sonlanır. Diğer herhangi bir preganglionik sonlanmada olduğu gibi sinir sonlanmaları ile sekretuvar hücreler arasındaki transmitter madde asetilkolindir. Sempatik sinirler epinefrin ve norepinefrin salgılanımını arttırmak için medullanın sekretuvar hücrelerini uyarırlar. Böbrek üstü bezinin medullasının parasempatik innervasyonu yoktur.

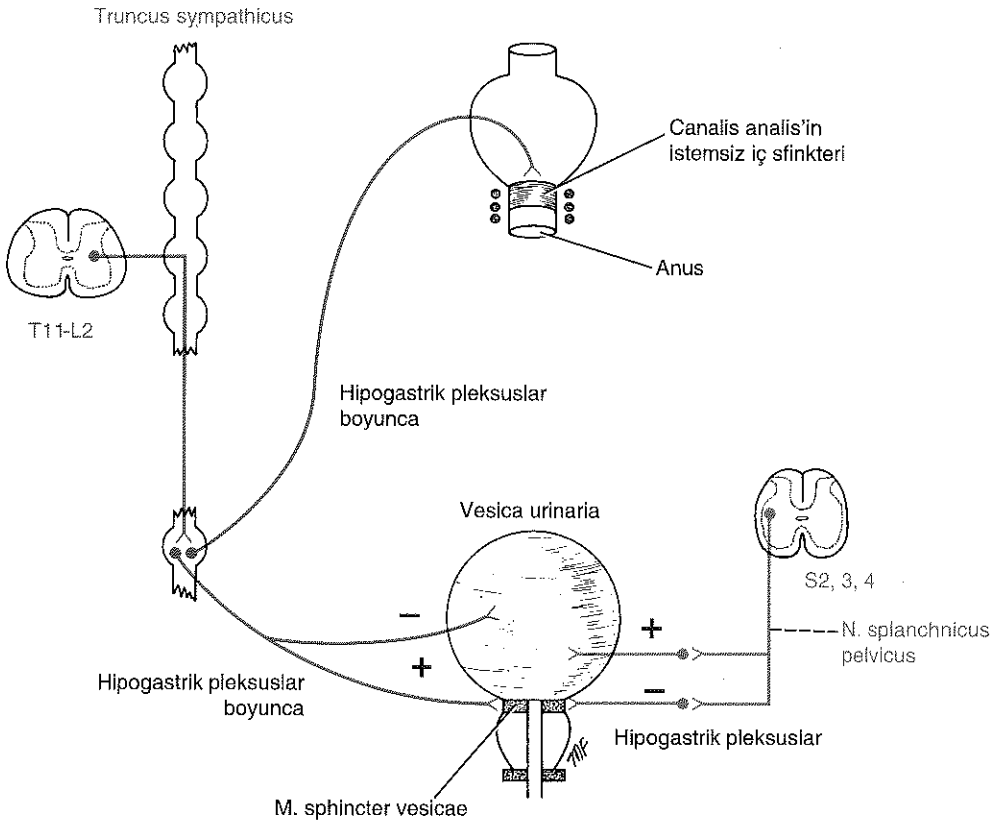
Anal Kanalın İstemsiz Çalışan İç Sifinkteri

Sirküler düz kas tabakası, istemsiz iç sifinkteri oluşturmak üzere canalis analis'in üst ucunda kalınlaşır. Sifinkter (m. sphincter ani internus) **hipogastrik pleksuslar**dan çıkan postganglionik sempatik lifler tarafından innerve edilir (Şek. 14-14). Herbir hipogastrik pleksus, sempatik zincirlerin lumbal ve pelvik bölümleri ile **plex. aorticus abdominalis**'ten çıkan sempatik lifler alır. Sempatik sinirler iç anal sifinkterlerde kontraksiyona neden olur.

İdrar Kesesi (Vesica Urinaria)

İdrar kesesinin müsküler duvarı, collum vesicae'de **sphincter vesicae**'yi oluşturmak üzere kalınlaşmış düz kastan yapılıdır. Düz kasın innervasyonu hipogastrik peksuslardan sağlanır (Bkz. Şek. 14-14). Sempatik postganglionik lifler, truncus sympathicus'un 1. ve 2. lumbal ganglionlardan orijin alarak hipogastrik pleksuslara ulaşırlar. Parasempatik preganglioner lifler 2., 3., 4. sakral spinal sinirlerden nn. splanchnici pelvici olarak çıkarak hipogastrik pleksus'lardan geçip postganglioner nöronlar ile sinaps yapmak üzere idrar kesesi duvarına ulaşırlar.

Detrusor kasa giden sempatik sinirler idrar kesesi duvarının düz kası üzerinde ya çok az etkilidir veya hiç etkisizdir; özellikle kan damarlarına dağılırlar. Sphincter



Şekil 14-14 Vesica ürinaria ve canalis analis'teki sifinkterlerin otonom innervasyonu.

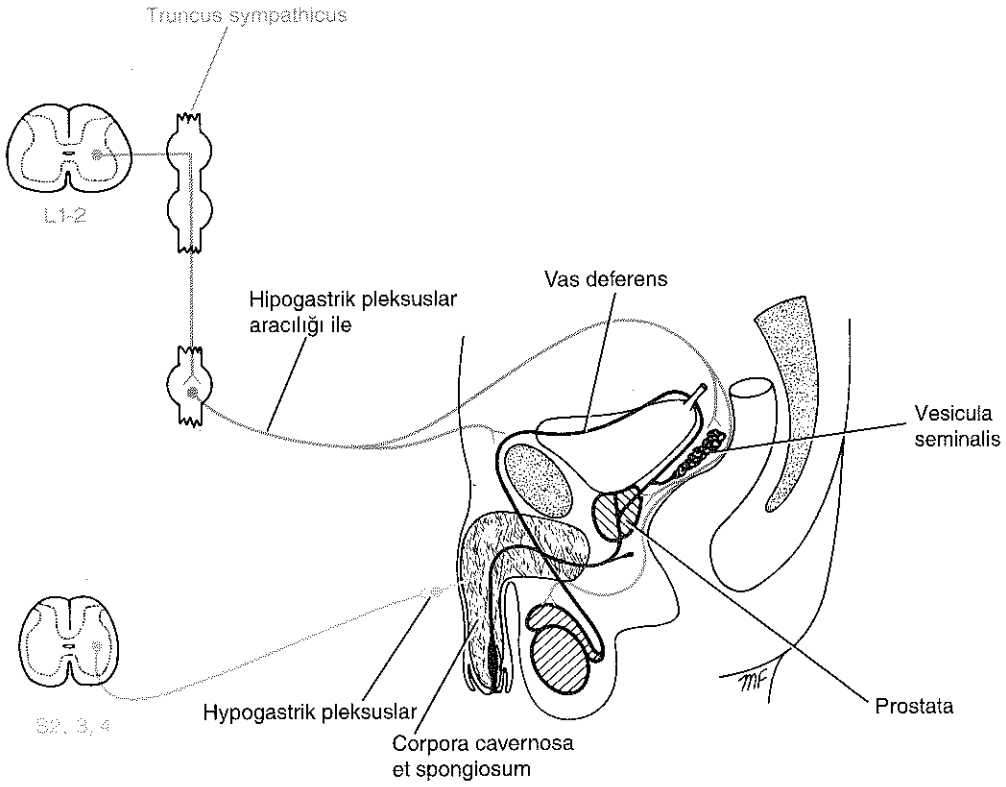
vesicae'ye giden sempatik sinirler üriner kontinansta sifinkterin kontraksiyonunu sağlamada sadece küçük bir rol oynar. Bununla beraber erkeklerde sifinkterin sempatik innervasyonu, ejakulasyon esnasında collum vesicae'nin kontraksiyonunda aktif rol oynar; böylece seminal sıvının idrar kesesi içine geçişi engellenir. Parasempatik sinirler, idrar kesesi duvarındaki düz kas kontraksiyonunu stimüle ederler; aynı yolla sphincter vesicae'nin kontraksiyonunu inhibe ederler.

Penis ve Clitoris'in Ereksiyonu

Ereksiyonda, genital **erektil doku**, kanla dolgun hale gelir. Başlangıç vasküler dolgunluk otonom sinir sisteminin parasempatik bölümü tarafından kontrol edilir. Parasempatik preganglionik lifler, medulla spinalis'in 2. - 3. ve 4. sakral segmentlerinin substantia grisea'sından orijin alır (Şek. 14-15). Lifler hipogastrik pleksuslara girer ve postganglionik nöronlarla sinaps yaparlar. Postganglionik lifler a. pudenda interna'lara katılırlar ve erektil dokulara giren dalları boyunca dağılırlar. Parasempatik sinirler arterlerin vazodilatasyonunu sağlarlar ve erektil dokulara kan akımını arttırırlar.

Ejakülasyon

Cinsel oyunlarla birlikte artan cinsel heyecan sırasında glans penis'in ostium urethrae externum'u, bulboüretral bezlerin salgısı sonucu nemlendirilir. Glans penis'te sürtünme ve ek olarak diğer afferent sinir uyarıları her iki taraftaki ductus deferens ve ductus epididymis'e, vesicula seminalis ve prostatın düz kaslarına giden sempatik sinir lifleri boyunca deşarja neden olur. Düz kas kasılarak spermatozoonlar vesicula seminalis ve prostatın salgısı ile birlikte prostatik üretraya atılır. Sıvı şimdi glandulae bulbourethrales ve penil uretral bezlerin salgısı ile birleşerek urethra'yı sıkıştıran m.bulbospongiosus'un ritmik kontraksiyonları sonucu penil uretradan dışarı atılır (ejakulsyon). Bu arada m.sphincter vesicae'nın kontraksiyonu sonucu spermatozoonların mesaneye geri kaçışları engellenmiş olur. Spermatozoonlar ve çeşitli aksesuvar bezlerin salgıları birlikte seminal sıvıyı veya semeni oluşturur. Cinsel temasta erkek orgazmı sırasında merkezi sinir sisteminde yoğun sinir impuls deşarjı olur. Uyarılar omurilikte aşağıya sempatik merkeze (T1-L2) iner. Genital organlara giden sinir impulslarının omuriliği birinci ve ikinci lumbal segmentlerden preganglionik sempatik lifler içerisinde terk ettiği düşünül-



Şekil 14-15 Erkek üreme yolunun otonom innervasyonu.

mektedir (Şek. 14-15). Bu liflerin çoğu birinci ve ikinci lumbal ganglionlardaki postganlionik nöronlar ile sinaps yaparlar. Diğer lifler sempatik zincirin alt lumbal ve pelvik bölgelerindeki ganglionlarda sinaps yapabilir. Postganglionik lifler daha sonra **hipogastrik pleksuslar** boyunca **ductus deferens, vesicula seminalis** ve prostatta dağılırlar. Sempatik sinirler bu yapıların duvarlarındaki düz kasların kontraksiyonunu uyarır ve spermatozoonlar ile prostat ve vesicula seminalis'in salgılarını üretraya fışkırtır.

Uterus

Preganglionik sempatik sinirler T12 ve L1 segmental düzeylerde medulla spinalis'i terkederler ve sempatik zincirdeki veya plex. hypogastricus inferior'daki ganglion hücreleri ile sinaps yapmak üzere seyrederler (Şek. 14-16). Postganglionik lifler uterus'un düz kaslarını innerve ederler. Parasempatik preganglionik lifler S2, S3 ve S4 düzeylerde medulla spinalis'i terkederler ve plex. hypogastricus inferior'lardaki ganglion hücreleri ile sinaps yaparlar (Bkz. Şek. 26-15). Uterus kas tabakası (myometrium) büyük oranda hormonal kontrol altında olmasına karşın sempatik etki uterus kontraksiyonu ve vazokonstriksiyon, buna karşın parasempatik lifler aksi etki gösterirler.

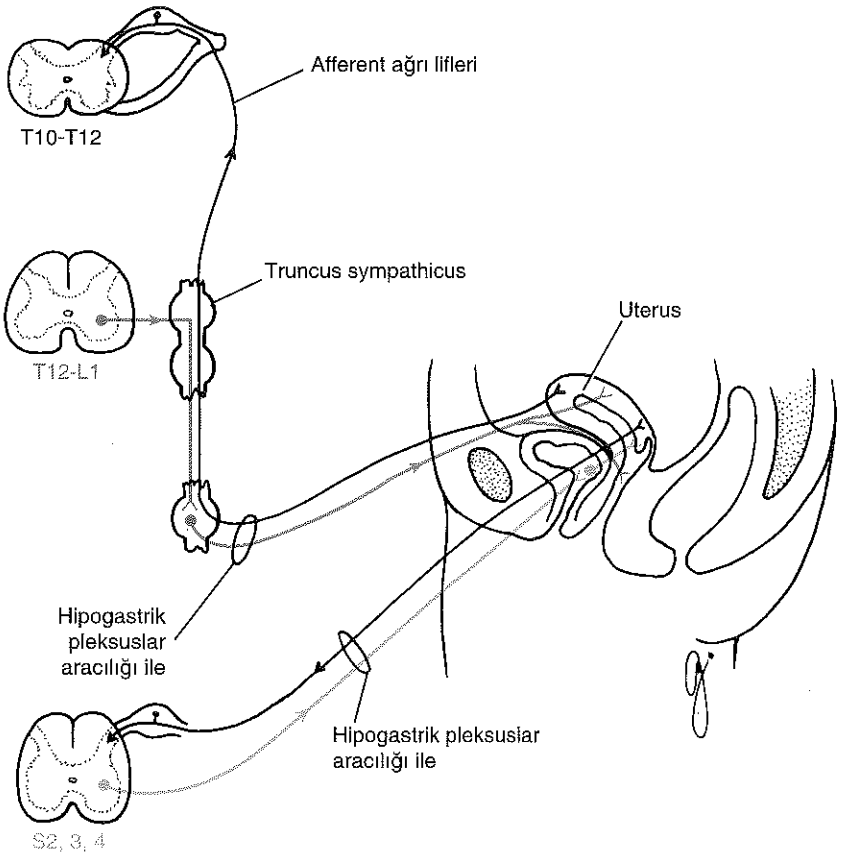
Uterus'un fundus ve corpus'undan çıkan afferent ağrı lifleri hipogastrik pleksuslar boyunca yükselerek 10., 11. ve 12. torasik spinal sinirlerin arka köklerinden medulla spinalis'e girerler (Bkz. Şek. 26-15). Cervix uteri'den çıkan lifler pelvik splanknik sinirlerde seyrederek 2., 3. ve 4. sakral spinal sinirlerin arka köklerinden medulla spinalis'e girerler.

Üst Ekstremitenin Arterleri

Üst ekstremitenin arterleri sempatik sinirlerle innerve edilir. Preganglionik lifler medulla spinalis'in 2-8 torakal segmentlerindeki hücre gövdelerinden orijin alır (Şek. 14-17). Bunlar rami communicantes albi yolu ile sempatik zincire geçerler, orta servikal, alt servikal ve birinci torakal (veya stellat) ganglionlarda sinaps yapmak üzere sempatik zincirde yükselirler. Postganglionik lifler plex. brachialis'i oluşturacak sinirlere katılırlar ve pleksusun dalları içinde arterlere dağılırlar. Sempatik sinirler deri arterlerinde vazokonstriksiyon, iskelet kaslarını besleyen arterlerde vazodilatasyon sağlarlar.

Alt Ekstremite Arterleri

Alt ekstremitenin artereri de sempatik sinirler tarafından innerve edilir (Şek. 14-17). Preganglionik lifler medulla spinalis'in alt üç torakal ve üst iki veya üç lumbal segmentlerindeki hücre cisimlerinden orijin alır. Preganglionik lifler rami communicantes albi yolu ile sempatik zincirin alt torasik ve üst lumbal ganglionlarına geçerler. Lifler lumbal ve sakral ganglionlarda sinaps yapar; postganglionik lifler, lumbal spinal sinirlerin ve sakral pleksusların dalları yolu ile arterlere ulaşır.



Şekil 14-16 Afferent duysal liflerin de gösterildiği uterus'un otonom innervasyonu.

Otonom Sinir Sisteminin Etkilediği Bazı Önemli Fizyolojik Refleksler

Visual Refleksler

Direkt ve İndirekt (Consensual) Işık Refleksleri

Retina'dan çıkan afferent sinir impulsları n. opticus, chiasma opticum ve tractus opticus yolu ile seyreder (Bkz. Şek. 11-3). Liflerin az bir bölümü tractus opticus'u terkederek colliculus superior'a yakın olarak yerleşmiş **nucleus pretectalis**'teki sinir hücreleri ile sinaps yaparlar. İmpulslar pretektal sinir hücrelerinin aksonları ile her iki taraftaki n. oculomotorius'un parasempatik çekirdeklerine (Edinger-Westphal çekirdekleri) ulaşır. Burada sinirler sinaps yaparlar ve parasempatik sinirler n. oculomotorius yolu ile orbita'daki **ganglion ciliare**'ye ulaşırlar. Sonunda postganglionik parasempatik lifler **nn. ciliares breves** aracılığı ile göz küresine ve iris'in m. constrictor pupillae'sine ulaşırlar. İndirekt ışık refleksinde her iki pupilla daralır; çünkü nuc. pretectalis, mesencephalon'un her iki tarafındaki parasempatik çekirdeklere lifler gönderir.

Akomodasyon Refleksi

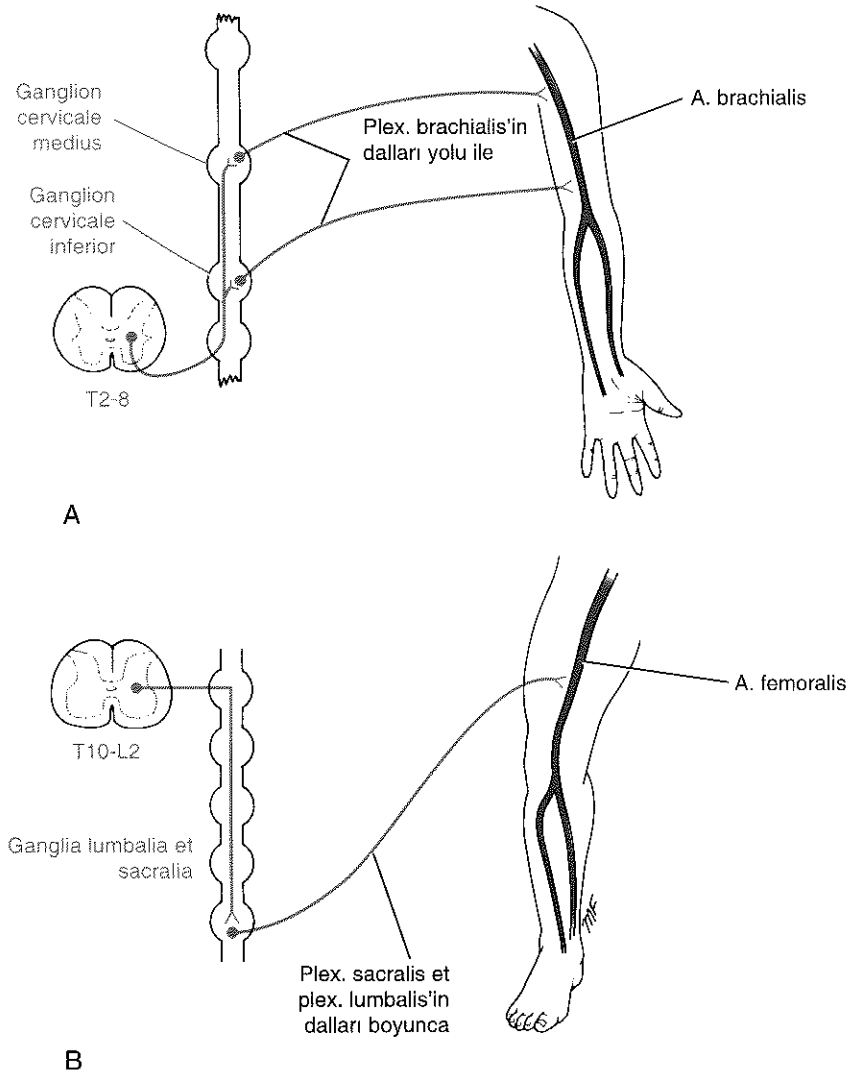
Gözler uzak bir objeden yakın bir objeye baktıklarında m. rectus medialis'lerin kontraksiyonları nedeniyle oküler eksenler (axis bulbi) birbirlerine yaklaşırlar, m. ciliaris'in kontraksiyonu ile kırma gücünü artırmak için lens kalınlaşır; ışık dalgalarının lensin kalınlaşmış orta bölümünden sınırlı olarak geçmesi için pupillalar daralır. Afferent impulslar n. opticus, chiasma opticum, tractus opticus, corpus geniculatum laterale ve radiatio optica yolu ile visual kortekse ulaşır (Bkz. Şek. 11-3). Visual korteks frontal korteksin göz alanına (FEF) bağlanır. Buradan çıkan kortikal lifler capsula interna'dan mesencephalon'daki okulomotor çekirdeklere inerler. N. oculomotorius lifleri m. rectus medialis'lere ulaşır. İnen kortikal liflerin bir kısmı, her iki taraftaki n. oculomotorius'un parasempatik çekirdekleri (Edinger-Westphal çekirdekleri) ile sinaps yapar. Preganglionik parasempatik lifler daha sonra n. oculomotorius aracılığı ile sinaps yapmak üzere orbitadaki **ganglion ciliare**'ye ulaşırlar. Sonunda postganglionik parasempatik lifler **nn. ciliares breves** yolu ile m. ciliaris ve iris'in m. constrictor pupillae'ya geçerler.

Kardiovasküler Refleksler

Bunlar sinus caroticus ve arcus aortae refleksleri ile sağ atrium'un Bainbridge reflekslerini kapsar.

Sinus Caroticus ve Arcus Aortae Refleksleri

Bifurcatio carotica'da yer alan sinus caroticus ve arcus aortae baroreseptör olarak işlev görürler. Kan basıncı art-

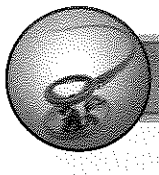


Şekil 14-17 Arterlerin otonom innervasyonu: **A:** Üst ekstremite. **B:** Alt ekstremite.

tığında, bu damarların duvarlarında yer alan sinir sonlanmaları uyarılır. Sinus caroticus'tan çıkan afferent lifler n. glossopharyngeus içinde ilerlerler ve **nuc. solitarius**'ta sonlanırlar (Bkz. Şek. 11-16, 11-17). Arcus aortae'den çıkan afferent lifler n. vagus içinde seyrederler. Medulla oblongata'daki bağlayıcı nöronlar kalp atım hızı yavaşlatan n. vagus'un parasempatik çekirdeğini (nuc. dorsalis n. vagi) aktive ederler. Aynı zamanda, retikulospinal lifler omuriliğe inerek kalp ve kutaneöz arteriolleri etkiliyecek olan preganglionik sempatik çıkış merkezlerini inhibe ederler. Periferik kan damarları ve kalp üzerinde sempatik etkinin inhibisyonu ve kalp üzerinde parasempatik stimülasyonun kombine etkisi sonucu kan damarlarının periferik direnci kalbin kontraksiyon gücü ve kalp atım hızı azalır. Kademeli şekilde kan basıncı düşer. Kişinin kan basıncı böylece baroseptörlerden gelen afferent bilgiler tarafından modifiye edilir. Otonom sinir sisteminin düzenleyicisi hipotalamus, diğer karşılıklı etkileşim içinde olduğu merkezi sinir sisteminin üst kontrol merkezleri tarafından etkilenebilir.

Bainbridge Sağ Atrial Refleks

Bu refleks, venöz basıncın artmasıyla vena cava'ların duvarlarındaki ve sağ atrium duvarındaki sinir sonlanmalarının uyarılmasıyla başlatılır. Afferent lifler nervus vagus içinde medulla oblongata'ya çıkarak **nucleus tractus solitarii**'de sonlanır (Bkz. Şek 11-18). Konnektör nöronlar nucleus dorsalis nervi vagi'yi inhibe eder ve retikulospinal lifler kalbe giden torakal sempatik çıkışı uyararak kardiyak hızlanmayı sağlar.



KLİNİK BİLGİLER

Genel Bilgiler

Şimdiye kadar anlatılanlardan, otonom sinir sisteminin, sinir sisteminin izole bir bölümü olmadığının anlaşılmış olması gerekir. Otonom sinir sistemi, sinir sisteminin bir bölümü olarak endokrin sistemle birlikte özellikle vücudun iç şartlarının stabilitesini korumada etkili olduğu bilinmelidir. Fonksiyonları, çeşitli sinir sistemi bölgelerinden aldığı büyük miktardaki afferent bilgilerin integrasyonunu sağlamak ve kan dolaşımındaki değişen hormon seviyelerini uygun nöral ve hormonal aktivitelere dönüştürmek olan hypothalamus, otonom sinir sisteminin de aktivitelerini modifiye eder.

Otonom sinir sistemi normal vücut homeostazını korumada büyük önem taşıdığından bu sistemin farmakolojik müdahalelerin konusu olduğuna şaşmamak gerekir. Örneğin, propranolol ve atenolol, beta – adrenerjik antagonist olup hipertansiyon ve iskemik kalp hastalığında kullanılabilirler.

Otonom Sinir Sistemi Yaralanmaları

Sempatik Yaralanmalar

Truncus sympathicus, boyunda bıçak ve kurşun yaralanmaları sonucu hasar görebilir. Plexus brachialis'in birinci torakal köküne uygulanan traksiyon yaralanmaları ganglion stellatum'a giden sempatik sinirleri zedeleyebilir. Tüm bu durumlar prepangliyonik tipte Horner sendromuna (Bkz. aşağıya) neden olabilir. Medulla spinalis veya cauda equina yaralanmaları mesanenin sempatik kontrolünü engelleyebilir (Bkz. s. 418).

Parasempatik Yaralanmalar

Nervus oculomotorius, kafa yaralanmalarında (uncus herniasyonu) kolaylıkla hasar görebilir ve a.cerebri posterior ile a.communicans posterior'un birleştiği yerdeki anevrizma sonucu basıya maruz kalarak zedelenebilir. Bu sinir içerisinde uzanan prepangliyonik parasempatik lifler, sinirin periferinde yerleşmiş olup hasar görebilir. Yüzeyel anevrizma basısı tipik olarak pupilla'nın dilatasyonuna ve vizuel ışık reflekslerinin kaybına neden olur.

Nervus facialis içindeki otonom sinirler, temporal kemiğin de dahil olduğu kafatası kırıklarında hasar görebilir. Nervus vestibulocochlearis, meatus acusticus internus içerisinde nervus facialis ile yakın komşuluk içerisinde olup her iki siniri kapsayan klinik bulgular yaygındır. Nervus facialis içindeki parasempatik liflerin katılımı mimik kasların katılımı ile birlikte lakrimasyonda azalma olur.

Nervus glossopharyngeus ve nervus vagus boyunda bıçak ve kurşun yaralanmalarında risk altındadır. Glandula parotidea'ya giden parasempatik sekretomotor lifler, nervus glossopharyngeus'u kafatasının hemen altında terkeder, böylece nadiren hasar görür.

Medulla spinalis'in sakral bölgesindeki (S. 2, 3 ve 4) parasempatik çıkış, medulla spinalis ve cauda equina yaralanmalarında hasar görerek mesane, rektal ve seksüel fonksiyonların bozulmasına neden olabilir (Bkz. S. 418).

Otonom Sinirlerin Dejenerasyonu ve Rejenerasyonu

Yapısal değişiklikler, sinir sisteminin merkezi ve periferik diğer bölgelerindekilere benzer. Sempatektomi operasyonlarını takip eden fonksiyonel iyileşmenin açıklaması: Ameliyat uygun yapılmıştır ve sağlam lifler bırakılmıştır veya rejenerasyon gerçekleşmiştir veya alternatif sinir yolları mevcut olup, bunlara dokunulmamaştır.

Otonom sinirlerle innerve edilen organların denervasyonu sonrasında önceki transmitter olan maddeye karşı aşırı duyarlılık gelişir. Bunun bir açıklaması sinir kesisinden sonra postsinaptik membrandaki reseptör yerlerinin sayısının artmasıdır. Diğer bir olasılık ise norepinefrinin transmitter olduğu sonlanmalarda transmitterin tekrar alımı (reuptake) bir şekilde örtüşür.

Otonom Sinir Sistemini Etkileyen Hastalıklar

Diabetes Mellitus

Diabetes mellitus periferik sinir nöropatilerinin sık nedenlerinden biridir. Bu durum duyusal ve motor disfonksiyonları içerir ve otonomik disfonksiyonları da kapsayabilir. Otonomik disfonksiyonların klinik tablosu postüral hipotansiyonu, periferik ödemi, pupilla anomalileri ve bozulmuş terlemeyi içerir. Neden, muhtemelen kronik hiperglisemi ile ilintilidir.

Horner Sendromu

Bu sendromun bulguları şunlardır: (1) Göz bebeğinin daralması (miosis), (2) üst göz kapağının düşmesi ptosis), (3) enophthalmus,* (4) deri arteriollerinin vasodilatasyonu ve (5) terleyememe (anhydrosis)—tüm bu semptomlar, baş ve boynun sempatik innervasyonunun kesilmesi ile ortaya çıkar. Patolojik nedenler, hypothalamus'tan birinci torakal segmentle columna lateralis'teki sempatik merkeze inen tractus reticulospinalis'in kesilmesine neden olan beyin sapı veya medulla spinalis'in servikal bölümünün lezyonlardır. Bu lezyonlar **multiple sclerosis** ve **syringomyeli**'de görülür. Ganglion stellatum'un bir **boyun kaburgası** ile traksiyonu veya metastazik lezyonlarda ganglionun katılımı sempatik yolun periferik bölümünü etkiler.

Horner sendromlu tüm hastalarda miosis ve ptosis mevcuttur. Ancak birinci nöron (merkezi sinir sistemi içerisindeki tractus reticulospinalis lifleri), ikinci nöron (preganglionik lifler) ve üçüncü nöron (postganglionik lifler) lezyonları ayırt edilmelidir. Örneğin, birinci nöron lezyonuna (merkezi Horner sendromu) işaret eden klinik bulgular vücudun kontralateral hiperestezisi ve vücudun tüm yarısının anhidrozu. İkinci nöron katılımının işaretleri (preganglionik Horner sendromu) yüz ve boyunda anhidroz ile yüz ve boynun flaşıdır. Üçüncü nöron katılımının işaretleri (postganglionik Horner sendromu) yüz ağrısı veya kulak, burun veya boyun hastalığıdır.

Diğer lokalize işaret ve semptomların varlığı veya yokluğu Horner sendromunun üç tipi arasındaki ayrıma yardımcı olabilir.

[3]Horner sendromunda enophthalmus sıklıkla görülür, fakat gerçek olmayıp ptoz sonucu olur. Musculus orbitalis düz kası orbita'nın arkasında yer alır. Bu kasın paralizi ve katılımı muhtemelen enophthalmus'a neden olabilir.

Argyll Robertson Sendromu

Bu durum küçük, fikse boyutunda ve ışığa reaksiyon göstermeyen, fakat akkomodasyonda kontraksiyon gösteren pupilla ile karakterizedir. Olayın nedeni sıklıkla nörosifilitik bir lezyonun her iki tarafta pretektal çekirdekten nervus oculomotorius'un parasempatik çekirdeklerine (Edinger-Westphal çekirdekleri) uzanan liflerin kesilmesidir. Akkomodasyonla pupilla'nın kontraksiyonu, parasempatik çekirdeklerle iris'in m. constrictor pupillae'sı arasındaki bağlantının sağlam olduğunu gösterir.

Adie Sendromu (Tonik Pupilla)

Tonik pupilla'da, pupilla'nın azalmış veya kaybolmuş ışık refleksi, yakını görmede yavaş veya gecikmiş kontraksyonu ve karanlıkta yavaş veya gecikmiş dilatasyonu mevcuttur. Muhtemelen m.sphincter pupillae'nın parasempatik innervasyonundaki bozukluktan kaynaklanan bu benign sendrom nörosifilizin neden olduğu Argyll Robertson pupilla'sından ayırt edilmelidir (bkz. yukarıya). Adie sendromu kolinerjik maddelere olan aşırı duyarlılıkla test edilebilir. Bu test için genellikle %2.5'lik metakolin (mekolil) veya %0.1'lik pilokarpin kullanılır. Adie sendromu'nda bu damlalar göze damlatıldığında pupilla'nın daralması gerekir. Bu kolinerjik maddeler okulomotor lezyonu veya ilaca bağlı midriasis mevcutsa pupillayı daraltamaz.

Frey Sendromu

Frey sendromu, bazen parotis bezini penetre eden yaraları takip eden ilginç bir komplikasyondur. İyileşme esnasında nervus auriculotemporalis içinde seyreden postganglionik parasempatik lifler bezi örten yüz derisinin ter bezlerini innerve eden nervus auricularis magnus'un distal ucu ile kaynaşır. Bunun sonucu olarak tükürük salgılanmasına yönelik bir uyarı terlemeye neden olur.

Nervus facialis'in zedelenmesi sonucu da benzer bir sendrom görülebilir. Rejenerasyon olayı sırasında glandula submandibularis ve sublingualis'e yönelik lifler glandula lacrimalise yönelirler. Bu durum tükürük salgılanmasıyla birlikte gözlerin yaşarmasına neden olur. Buna **timsah gözyaşları** denir.

Hirschsprung Hastalığı (Megacolon)

Hirschsprung hastalığı, konjenital bir durum olup nedeni kolonun distal kısmında plexus myentericus'un (Auerbach pleksusu) gelişim yetersizliğidir. İlgili kolon bölümünde parasempatik ganglion hücreleri ve peristalizm yoktur. Bu, feçesin effektif olarak geçişini engeller ve kolonun proksimal kısmı ileri derecede genişler.

Medula Spinalis Yaralanmalarından Sonra Mesane

Medulla spinalis yaralanmalarından sonra mictio'nun nörol kontrolü kesilir. Normal mesanenin innervasyonu:

Sempatik innervasyonu, medulla spinalis'in birinci ve ikinci lumbal segmentlerinden olur.

Parasempatik innervasyonu, medulla spinalis'in ikinci, üçüncü ve dördüncü sakral segmentlerden olur.

Sensitif sinir lifleri medulla spinalis'e yukarda belirtilen segmentlerden girer.

Atonik mesane medulla spinalis yaralanmasını takiben spinal şok döneminde ortaya çıkar ve birkaç gün ile birkaç hafta sürebilir. Mesane duvarı kası relaksedir ve m. sphincter vesicae sıkıca kontraksiyon halindedir (üst seviyelerden gelen inhibisyonun ortadan kalkması) ve m.sphincter urethrae gevşemiştir. Mesane ileri derecede dolmasına rağmen ancak taşma şeklinde idrar çıkarabilir. Medulla spinalis'teki yaralanmanın düzeyine göre hasta idrar kesesinin dolgunluğundan haberdar olabilir veya olmayabilir; burada istemli kontrol söz konusu değildir.

Otomatik refleks mesane, medulla spinalis'in parasempatik çıkış merkezleri taşıyan S2, 3 ve 4 segmentlerinin üzerindeki bölümlerinin yaralanmalarında spinal şoktan sonra görülür. Bu tip mesaneye normal olarak çocukta rastlanır. Medulla spinalis'teki inen lifler kesildiğinden istemli kontrol gerçekleşmez. Mesane refleks olarak dolar ve boşalır. Mesane duvarındaki gerilme reseptörleri mesane dolduğunda uyarılır ve afferent uyarılar medulla sipinalis'e ulaşır (S2, 3 ve 4). Efferent uyarılar mesane kasına gelerek kontraksiyonu sağlar; m. sphincter vesicae ve m. sphincter urethrae gevşer. Bu basit refleks her 1 ile 4 saatte bir gerçekleşir.

Otonom mesane, medulla spinalis'in sakral segmentlerinin ve cauda equina'nın ciddi hasarlarında görülür. Mesanenin refleks veya istemli kontrolü yoktur. Mesane duvarı flasid olup kapasitesi ileri derecede artmıştır. Kapasitesini aşacak şekilde dolarak sürekli damlama halinde idrar çıkar. Ön karın duvarının alt bölümü manuel komprese edilerek kısmen mictio gerçekleştirilmeye çalışılır. Bu uygulama mesanedeki enfeksiyonun ureter ve böbreklerde yayılmasını kolaylaştırır.

Medulla Spinalis Yaralanmalarından Sonra Defekasyon

Colon descendens, colon sigmoideum, rectum ve canalis analis içeriğinin boşalması ile sonuçlanan defekasyon eylemi düzenli refleksler ile gerçekleştirilir. Karın ön duvarı kaslarının kasılması ile artırılan intraabdominal basınçta defekasyonun gerçekleşmesine katkıda bulunur. İstem dışı çalışan canalis analis'in musculus sphincter ani internus'u normal olarak plexus hypogastricus'tan gelen postganglionik sempatik liflerle innerve edilir ve istemli çalışan canalis analis'in m. sphincter ani externus'u nervus rectalis inferior tarafından innerve edilir. Dışkılama istği rectum'un duvarındaki gerilme reseptörlerinin uyarılmasıyla başlar.

Ciddi medulla spinalis yaralanmalarında (veya cauda equina yaralanmalarında) hasta rektal dolgunluk hissini algılamaz. Ayrıca colon descendens, colon sigmoideum ve rectum'un peristaltik aktivitesine yönelik parasempatik etki kaybolur. Buna ilaveten karın kasları ve anal sfinkterler üzerindeki kontroller de ciddi şekilde bozulur. Bu durumda rectum, lümenindeki içeriğin yaptığı basıncın artması sonucu kasılan isole bir organ pozisyonuna düşer. Medulla spinalis'in sakral segmentleri ve cauda equina sağlamsa bu lokal refleks yanıtlar daha etkilidir. Ancak rektal duvarın kontraksiyon gücü azdır ve olağan sonuç konstipasyondur. Medulla spinalis yaralanmalarında hastaya tedavi olarak haftada iki kez lavman uygulanır; supozituvarlar da yardımcı olabilir.

Medulla Spinalis Yaralanmalarından Sonra Ereksiyon ve Ejakulasyon

Daha önce belirtildiği gibi penis veya klitorisin ereksiyonu, medulla spinalis'in 2., 3., ve 4. sakral segmentlerinden çıkan parasempatik sinirlerle kontrol edilir. Medulla spinalis'in ikinci sakral segmenti üzerindeki omurilikteki tractus reticulospinalis'in hasarlanması ereksiyonun kaybına neden olur. Spinal şok ortadan kalktıktan sonra medulla spinalis'in sakral segmentleri sağlamsa spontan veya refleks ereksiyon ortaya çıkar.

Ejakulasyon, medulla spinalis'in birinci ve ikinci lumbal segmentlerinden kaynak alan sempatik sinirler tarafından kontrol edilir. Ejakulasyon seminal sıvının urethra prostatica'ya akışını sağlar. Sıvının terminal olarak penisten dışarı atılması urethra'nın kompresyonunu sağlayan musculus bulbospongiosus'un ritmik kontraksiyonlarının bir sonucudur. Musculus bulbospongiosus nervus pudendus (S2, 2 ve

4) tarafından innerve edilir. Ejakulatın mesaneye kaçışı sempatik sinirlerle (L1 ve 2) innerve edilen musculus sphincter vesicae'nin kontraksiyonu ile engellenir. Ereksiyonda olduğu gibi medulla spinalis'in bilateral yaralanmalarında ejakulasyon eylemi de ortadan kalkar. Daha sonra, torakal ve servikal bölgelerdeki medulla spinalis kesilerinde refleks ejakulasyon görülebilir. Bazı kişilerde eksternal atım gerçekleşmeksizin normal ejakulasyon bulunur ve sphincter vesicae'nin paralizisi sonucu ejakulat mesaneye akar.

Botulinum Toksinin Neden Olduğu Hastalık

Bu toksinin çok az bir miktarı irreversibl olarak sinir plazma membranına bağlanır ve kolinerjik sinapslarla nöromüsküler birleşme yerinde asetilkolin salınımını engelleyerek atropin benzeri bir sendromla birlikte çizgili kasların güçsüzlüğüne neden olur.

Kara Dul Örümcek Zehirinin Olduğu Hastalık

Zehir sinir sonlanmalarında kısa ve asetilkolin salınımı ile birlikte sürekli bloka neden olur.

Antikolinesteraz İlaçların Neden Olduğu Hastalık

Sinir sonlanmalarında asetilkolinin hidrolizini sağlayan ve etkisini azaltıcı özellikleri olan asetilkolinesteraz bazı ilaçlar tarafından bloke edilebilir. Fizostigmin, neostigmin, piridostigmin ve carbomal ile organofosfat böcek ilaçları etkili asetilkolinesteras inhibitörleridir. Bu ilaçların kullanımı sonucu kolinerjik reseptörlerde ileri derecede uyarı gerçekleşir, ortaya çıkan sendrom "SLUD sendromudur"—salivasyon, lakrimasyon, mictio (urination) ve defekasyon.

Arter Hastalıklarının Tedavisinde Bir Yöntem Olarak Sempatektomi

Raynaud Hastalığı

Bu, üst ekstremitede parmak arterlerinin spazmı ile karakterize bir hastalıktır. Bu bozukluk genellikle bilateral olup bir soğukla atak provoke edilir. Parmaklarda solukluk, morarma ve ciddi ağrı olur. Parmak uçlarında gangren de oluşabilir.

Raynaud hastalığının hafif vakalarında tedavi soğuk ortamdan kaçınma ve sigara içmemedir (sigara vasokonstriksiyon yaratır). Ciddi vakalarda reserpin gibi sempatik aktiviteyi azaltıcı ilaçlar arteryel vasodilatasyon sonucu parmaklara kan akışını artırır. Servikotorakal preganglionik sempatektomi yöntemi uygulanmış ancak uzun sürede sonuçlar olumsuzdur.

Claudicatio İntermittans

Erkeklerde sık görülen bu durum bacak arterlerinin tıkanması sonucu ortaya çıkar. Kasların iskemisi egzersiz esnasında kramp şeklinde ağrıya neden olur. Vasodilatasyon sonucu kollateral dolaşım sayesinde kan akışını artırmak için lumbal preganglionik sempatektomi önerilebilir. Preganglionik sempatektomi, üst üç lumbal ganglionların ve ilgili sempatik kısımların çıkarılmasıyla gerçekleşir.

Hipertansiyon

Geşmişte ciddi esansiyel hipertansiyon periferik direnç üzerindeki vasomotor kontrolü azaltmak için bilateral torakolumbal sempatektomi yöntemi ile tedavi edilir ve böylece basınç düşürülürdü. Bugün sempatik sistemi inhibe eden ilaçlar büyük başarıyla kullanılmakta sonuç olarak miyokardın kontraksiyon gücündeki azalma arteryel kan basıncını düşürmektedir.

Yansıyan Ağrı

Organların çoğu otonom sinirlerle innerve edilir. Bunun sonucu olarak organ ağrısı afferent otonom sinirlerle iletilir. Organ ağrısı yaygındır ve hafif lokalize edilebilir, somatik ağrı ise şiddetlidir ve iyi lokalize edilir. Visseral ağrı, sıklıkla ağrılı organ gibi aynı medulla spinalis segmentleri tarafından innerve edilen deriye yansır (Şek. 14-18). Yansıyan ağrının açıklaması bilinmiyor. Bir teoriye göre organdan ve dermatomdan gelen sinir lifleri santral sinir sisteminde yukarı doğru çıkarken ortak bir yolu kullanır ve cortex cerebri bu iki yeri birbirinden ayırt edemez. Diğer bir teoriye göre normal durumlarda organdan ağrı uyarısı çıkmaz, ancak deri bölgesi devamlı ağrı uyarısı alır. Heriki afferent lif de aynı segmentte medulla spinalis'e girdiğinden beyin bilgiyi organdan ziyade deriden geliyormuş gibi alır.

Gasrointestinal kanaldan kaynaklanan ağrı orta hata yansır. Bu durum muhtemelen kanalın embriyolojik olarak orta hat yapısı olarak kaynaklanması ve bilateral sinir innervasyonu alması ile açıklanabilir.

Kardiak Ağrı

Metabolitlerin birikmesi ve oksijen yetersizliği nedeni ile akut miyokard iskemisi sonucu kalpten kaynaklanan ağrı miyokardtaki sensitif sinir sonlanmalarını uyarır. Afferent sinir lifleri, merkezi sinir sistemine trunkus sempatikusun kardiak dalları ile beraber merkezi sinir sistemine uzanarak üst dört torakal spinal sinirin arka kökleri aracılığı ile medulla spinalis'e girerler. Ağrının özelliği ciddi ağrıdan hafif huzursuzluk şeklindeki bir duruma kadar değişkenlik gösteririr.

Kardiak ağrının **kalp bölgesinde hissedilmeyip**, bu spinal sinirlerin innerve ettiği deri bölgelerinde hissedilir. Bu deri bölgeleri üst dört interkostal sinir ve n. intercostobrachialis (T2) tarafında innerve edilirler. N.intercostobrachialis n.cutaneus brachii medialis ile anastomoz yapar ve kolun üst içyan kısmının derisinde dağılır Nöral bilginin bir kısmının yayılımı merkezi sinir sisteminde gerçekleşir bu nedenle ağrı bazen boyun ve çenede de hissedilmektedir.

Kalbin alt veya diyafragmatik yüzeyini kapsayan miyokard enfarktüsü genellikle sternum'un hemen altında epigastrik bölgede huzursuzluk hissine yol açar.Kalpten kaynaklanan afferent ağrı lifleri sempatik sinirler içerisinde yukarı çıkar ve yedinci, sekizinci ve dokuzuncu torakal spinal sinirlerin arka köklerinden omuriliğe girerek epigastriumdaki 7-9 torakal dermatomlarda yansıyan ağrıya neden olur.

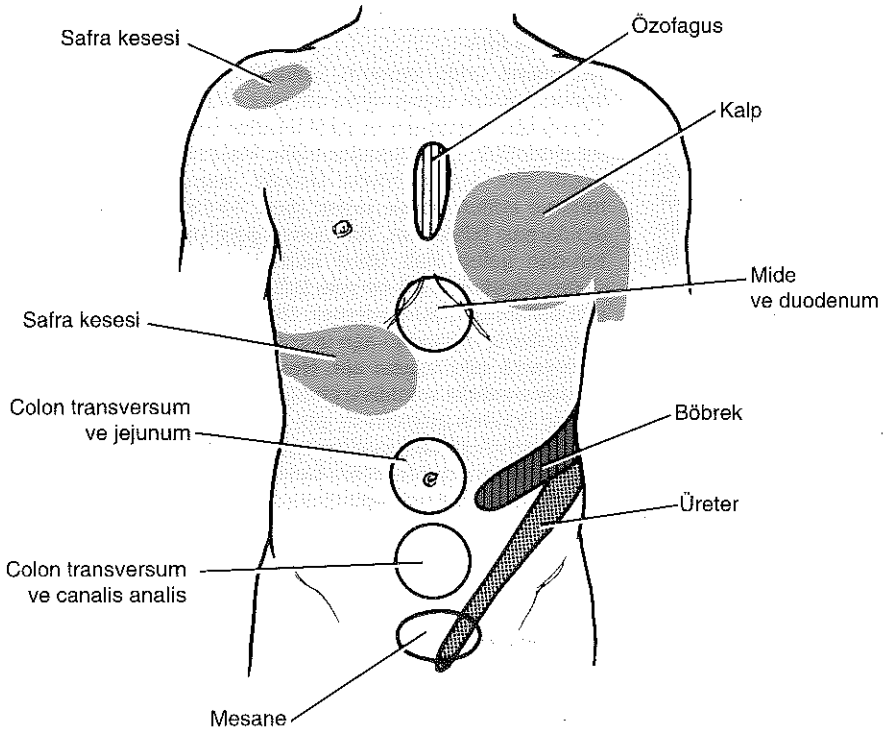
Kalbin ve özofagusun torakal bölümünün muhtemelen benzer afferent ağrı yollarına sahip olmalarından dolayı **akut özofajit** ağrısının miyokard enfarktüsü ağrısını taklit etmesine şaşmamak gerekir.

Mide Ağrısı

Midenin yansıyan ağrısı genellikle epigastrium'da hissedilir. Mideden kaynaklanan afferent lifler sempatik sinirler eşliğinde yukarı çıkar ve plexus coeliacus ile n.splanchnicus major'dan geçer. Duyusal lifler T5-9 segmentlerinde omuriliğe girer ve alt güğüs ile abdomen duvarında T5-9 dermatomlarında yansıyan ağrıya neden olur.

Appendiküler Ağrı

Appendix vermiformis'den gelen visseral ağrı bu organın lümeninin distansiyonu veya düz kas tabakasının spazmı sonucu ortaya çıkar. Ağrı, plexus mesentericus superior ile n. splanchnicus minor'a eşlik eden sinir lifleri ile medulla spinalis'e (T10) taşınır. Belirsiz olan yansıyan ağrı umbilicus bölgesinde hissedilir. Bu bölge onuncu interkostal sinir (T10



Şekil 14-18 Bazı organlardan yansıyan ağrı bölgeleri. Kalp ağrılarında, ağrı genellikle toraksın sol tarafına yansır; genellikle iki taraflıdır.

dermatom) tarafından innerve edilir. Daha sonra, iltihap hadisesi 12.torakal ve 1. lumbal spinal sinirler tarafından innerve edilen sağ fossa iliaca'da peritoneum parietale'yi tutacak olursa, ciddi bir somatik ağrı tabloya hakim olur ve bu ağrı karın ön duvarının sağ alt kadranında (T12-L1 dermatomları) kesin ve net olarak lokalize edilir.

Safra kesesi Ağrısı

Safra kesesinden gelen visseral ağrı (akut kolesistit ve safra taşı kolikleri) plexus coeliacus ve n. splanchnicus major'a eşlik eden sinir lifleri içerisinde medulla spinalis'e taşınır (T5-9 segmentleri). Belirsiz olan yansıyan ağrı alt göğüs ve üst karın duvarındaki dermatomlarda (T5-9) hissedilir. Daha sonra iltihap karın ön duvarı veya periferik diyaframın peritonunu tutacak olursa, o zaman ciddi somatik ağrı ön karın duvarının sağ üst kadranı boyunca sırtta scapula'nın angulus inferior'unun aşağısında hissedilir. N.phrenicus (C3-5) tarafından innerve edilen santral diyaframın parietal peritonunun tutulumu omuz ucunda yansıyan ağrıya neden olur, çünkü bu bölgenin derisi nervi supraclaviculares (C3-4) tarafından innerve edilir.

Bazı organlardan kaynaklanan yansıyan ağrı alanları Şekil 14-18'de gösterilmiştir.

Kausalji

Kausalji kol veya bacağın ağrılı bir durumu olup etkilenmiş deri ile tırnaklarda beslenmeye bağlı bozukluklarla birliktedir. Sıklıkla, kolda nervus medianus'un veya bacakta nervus tibialis'in ezilmesinden veya kısmen kesilmesinden sonra görülür. Sempatik postganglionik liflerdeki inen impulsların yaralanma bölgesinde afferent ağrı liflerinin içindeki çıkan impulsları uyardığı düşünülmektedir. Bazı durumlarda sempatektomi kausaljinin ağrısını azaltmıştır.

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ

1. 35 yaşındaki bir adam kamyonun arkasından inerken kamyon hareket ediyor. Ayağını yere koymuş olan adam sağ eli ile kamyonun parmaklığına tutunmuş durumda kamyon durana kadar yolda bir blok boyunca sürükleniyor. Şok durumunda acile getirilen adamın bacağında kesikler ve abrasyolar vardı. Sağ kolun detaylı muayenesinden sonra şu kasların paralizi tespit edildi: m. flexor carpi ulnaris, m. flexor digitorum profundus, mm. palmares et dorsales interossei, tenar ve hipotenar kaslar. Aynı zamanda kolun, önkolun ve elin medial yüzünde duyu kaybı da vardı. M. biceps bracii'nin tendon refleksi mevcut, fakat triseps refleksi yoktu. Ek olarak sağ gözün pupillasının kontraksiyon durumunda olduğu ve sağ üst gözkapağının da düştüğü belirtilmiştir. Sağ göz küresinin sola göre daha geride olduğu tespit edilmişti. Sağ yanağın

derisi soldakine göre daha sıcak ve kuru ve rengi daha kırmızıydı. Nöroanatomi bilgini kullanarak klinik bulguları açıkla.

2. 3 yaşındaki bir erkek çocuk doğumundan beri kronik konstipasyon ve abdominal distansyon hikayesiyle bir pediatriste getiriliyor. Çocuğun annesi konstipasyonun daha kötüye doğru gittiğini söylüyor. Laksatiflere cevabın olmadığını ve haftada bir kere abdominal distansiyonu azaltmak için oğluna lavman yapılmasının gerekli bulduğunu belirtiyor. Fizik muayende çocuğun karnının belirgin bir şekilde distandü olduğu ve fossa iliaca'da colon descendens'in seyri boyunca hamur kıvamında bir kitlenin palpe edilebildiği görülüyor. Rectum'un muayenesinde, boş olduğu ve dilate olmadığı ortaya konur. Bir lavmandan ve tekrarlanan salin solüsyon ile kolonik irrigasyonlardan sonra hastaya barium enema uygulanarak radyografik görüntüsü alınıyor. Görüntüde, colon descendens'in ileri derecede distandü olduğu ve colon descendens'in colon sigmoideum ile devam ettiği yerde çapta ani bir değişiklik olduğu tespit edilir. Çocuğun colon'daki barium'u boşaltmadığını belirtmek önemlidir. Colon'un otonom innervasyonlu ile ilgili bilgini kullanarak teşhisi belirt. Bu hastayı nasıl tedavi ederdin.
3. 25 yaşındaki sinirli bir kadın, her iki elinin dördüncü ve beşinci parmaklarında ağrılı renk solukluğu atakları sonucu doktoruna gidiyor. Kadın semptomlarının 2 yıl önce kış sırasında öncelikle sağ elinde başladığını müteakip atağın sol elini de kapsadığını söylüyor. Başlangıçta parmaklar soğuk karşısında beyazlaşıyor sonra koyu maviye dönüşüyordu. Renk değişikliği her parmağın distal yarısında sınırlı kalıp sızlama şeklindeki bir ağrı ile birlikteydi. Ellerini sıcak bir fırın üzerinde tutması veya sıcak bir odaya gitmek ağrısını dindiren tek tedaviydi. Ağrı kaybolduğunda parmaklarının kızardığını ve şiştiğini söyleyen hasta doktoruna, bazı ataklarda parmaklarının terden nemli olduğunu da belirtiyor. Nöroanatomi bilgini kullanarak teşhisin nedir? Üst ekstremitenin kan damarlarının otonom sinir innervasyonunu açıkla. Bu hastayı nasıl tedavi ederdin?
4. Altı çocuklu 45 yaşındaki şişman bir anne safra kesesi hastalığı şüphesi taşıyan semptomlarından dolayı doktoru tarafından muayene ediliyor. Hasta, sağ scapula'nın altına yansıyon, sağ arcus costalis'in altında ciddi kolik tarzındaki ağrı ataklarından şikayet ediyor. Doktor bir tıp öğrencisine dönerek soruyor, " hasta, sırta yansıyan ağrıdan şikayet ediyor." Doktor bu açıklamayla ne kastediyor? Safra kesesi hastalığında sırta ve bazen sağ omuza yansıyan ağrı durumunu açıkla.
5. Sol gözünün pupilla'sı küçük ve fikse olan ve ışığa reaksiyon göstermeyen, fakat hastaya yakın bir objeye bakması söylendiğinde pupilla kontraksiyonu gerçekleşen nörosifilizli hastanın durumunu açıkla. İris'in innervasyonu nasıl olur? Nöroanatomi bilgini kullanarak, bu defektlerin nerede yerleşmiş olabileceğini belirt.
6. 36 yaşındaki bir adam alt sırt bölgesindeki bir kurşun yarasıyla acil servise getiriliyor. Radyolojik muayene kurşunun, canalis vertebralis'de üçüncü lumbal vertebra seviyesinde yerleşmiş olduğunu gösterdi. Tam nörolojik muayene sonucu semptomlar ve işaretler tam cauda equina lezyonuna işaret etmekteydi. Mesanenin otonom sinir innervasyonu nedir? Hastanın mesane fonksiyonu ile ilgili sorunları olacak mı?
7. 40 yaşında zenci bir adamın, sıradan medikal muayene sonucu esansiyel hipertansiyonu olduğu ortaya çıkıyor. Kan basıncı değerleri 180 sistolik ve 100 diyastolik (mmHg). Tıbbi olarak bu hastayı nasıl tedavi edersiniz? Hipertansiyon tedavisinde yaygın olarak kullanılan çeşitli tipteki ilaçların etkisi nedir?
8. Aşağıdaki sinir sonlanmalarında hangi transmitter maddeleri açığa çıkar: (a) preganglionik sempatik, (b) preganglionik parasempatik, (c) postganglionik parasempatik, (d) kalp kasına giden postganglionik sempatik lifler ve (e) elin ter bezlerine giden postganglionik sempatik lifler?

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. Hareket eden kamyona sağ eli ile asılı kalıp sürüklenen bu adamda plexus brachialis'in sekizinci servikal ve birinci torakal köklerinde ciddi traksiyona bağlı hasar oldu. Paralize olmuş çeşitli önkol ve el kasları ile birlikte duyu kaybı Klumpke paralizinin özelliklerini oluşturmaktadır. Bu vakada birinci torakal sinire uygulanan çekme o kadar ciddiydi ki sempatik ganglion cervicale inferior'a giden ramus communicans albus koptu. Baş ve boynun sağ tarafının preganglionik sempatik liflerinin bu kopukluğu sağ taraflı Horner sendromuna (preganglionik tip) neden oldu. Bunu semptomlar (a) pupilla'nın kontraksiyonu, (b) üst göz kapağının düşmesi ve (c) enophthalmus ortaya koyuyor. Sempatik vasokonstriktör liflerin kaybı sonucu arterioler vasodilatasyon, sağ tarafta kırmızı, sıcak yanağa neden olmuştur. Sağ yanak derisinin kuruluğu da ter bezlerinin sempatik sekretomotor kaybına dayanmaktadır.
2. Bu 3 yaşındaki erkek çocukta, colon'un distal bölümündeki plexus myentericus'un (Auerbach plexus'u) gelişimsel eksikliğinin söz konusu olduğu konjenital Hirschsprung hastalığı vardır. Colon'un proksimal bölümü normaldir, fakat feçesin toplanmasından dolayı genişler. Bu hastada operasyonda

colon sigmoideum'un alt bölümünün parasempatik ganglion hücreleri içermediği gösterilmiştir. Böylece kalın barsağın bu segmentinde peristaltizm yoktur ve feçesin geçisi bloke edilmiştir. Kalın barsağın distal segmentinin biyopsisi sonucu teşhis konduktan sonra, tedavi barsağın ganglion içermeyen segmentinin cerrahi rezeksiyonla uzaklaştırılmasıdır.

3. Bu hasta klasik olarak Raynaud hastalığını tarif ediyor. Hastalık, erkeklerden çok kadınlarda, özellikle sinirsel yapıda olanlarda yaygındır. Parmaklardaki başlangıçta solukluk, digital arteriyollerin spazmına dayanıyor. Bunu takip eden siyanoz, metabolitlerin toplanması sonucu lokal kapiler dilatasyona bağlıdır. Kapilerler boyunca kan akışı olmayacağından, oksijensiz hemoglobin birikir. Hasta, bu uzamış siyanoz periodu boyunca şiddetli ağrı duyar. Parmaklar ısıtıldığında vasospazm kaybolur ve oksijenli kan iyice dilate olmuş kapilerlere geri akar. Şimdi reaktif hiperemi ve ilgili parmakların şişmesine neden olan doku sıvısı artışı söz konusudur. Atak sırasında parmakların terlemesi, muhtemelen lokal arterioler vasospazma neden olan artmış sempatik aktiviteye bağlıdır.

   Üst ekstremitenin arterleri sempatik sinirlerle innerve edilir. Preganglionik lifler medulla spinalis'in sekizinci torakal segmentlerindeki hücre gövdelerinden orijin alır. Lifler truncus symphathicus içinde ilerleyerek ganglion cervicale medius ile inferior ve ganglion stellatum'da sinaps yapar. Postganglionik lifler plexus brachialis'i oluşturan sinirlerle birleşerek ve plexus brachialis'in dalları içerisinde digital arterlere ulaşıp dağılırlar.

   Bu hastada ataklar göreceli olarak hafifti. Hastaya güven verilmeli ve mümkün olduğunca ellerini sıcak tutması söylenmelidir. Eğer durum daha da kötüleşirse, hasta sempatik aktiviteyi inhibe eden reserpin gibi ilaçlarla tedavi edilmelidir. Bu, arteryel vasodilatasyon sonucu parmaklardaki kan dolaşımını artıracaktır.

4. Hastanın şikayetleri safra kesesi taşından kaynaklanmaktadır. Visseral ağrı ductus cysticus ve ductus hepaticus communis orijinli olup duvarlarındaki düz kasların gerilme spazmının bir sonucudur. Afferent ağrı lifleri ganglion coeliacum'dan geçerek, n. splanchnicus major içinde yukarıya çıkıp medulla spinalis'in beşinciden dokuzuncuya kadar olan torakal segmentlerine girer. Ağrı sağ tarafta beşinciden dokuzuncu torakal dermatomlara tekabül eden sağ scapula'nın üzerindeki ve altındaki deriye yansımıştır.

   Safra kesesi hastalıklarında sağ omuza yansıyan ağrı sayfa 483'te anlatılmıştır.

5. Bu hastada Argyll Robertson pupilla'sı vardır. Pupilla küçük fikse olup ışığa reaksiyon göstermemekte, ancak akkomodasyonda kontraksiyon gerçekleşmektedir. Durum genellikle sifilitik bir lezyona bağlıdır. İris'in innervasyonu sayfa 469'da anlatılmıştır. Bu hastadaki nörolojik lezyon, heriki tarafta pretektal çekirdeklerden n. oculomotorius parasempatik çekirdeğine giden lifleri etkilemiştir.
6. Mesane, medulla spinalis'in birinci ve ikinci lumbal segmentlerinden çıkan sempatik liflerden ve medulla spinalis'in ikinci, üçüncü ve dördüncü sakral segmentlerinin parasempatik lifleri ile innerve edilir. Bu hastada cauda equina üçüncü lumbal vertebra seviyesinde kesilmiş, bu, solda birinci ve ikinci lumbal sinirlerin radix anterior'unda inen pregenglionik sempatik liflerin ilgili spinal siniri oluşturmak için canalis vertebralis'i kurşun seviyesinin üzerinden terkettikleri için sağlam olduğu anlamına gelmektedir. Ancak preganglionik parasempatik lifler canalis vertebralis'te ikinci, üçüncü ve dördüncü sakral sinirlerin radix anterior'ları içinde inerken kesilmişlerdir. Bu nedenle hastada eksternal refleks kontrolü olmadan otonom mesane söz konusu olacaktır. Mesane, kapasitesi kadar dolacak ve sonra taşacaktır. Mictio, hastanın abdominal kaslarını kuvvetli olarak kontraksiyon yaptırması ile birlikte suprapubik bölgede ön karın duvarını manuel olarak komprese etmesi sonucu gerçekleşir.
7. Essansiyel hipertansiyonun kesin nedeni bilinmiyor. Yine de tedavinin amacı kan basıncını düşürmek, mümkünse serebral kanama, böbrek yetmezliği veya kalp yetmezliği gelişmeden kan basıncını normal limitler içerisinde tutmak. Hafif hipertansif hastalarda bunu sağlamanın en iyi yolu diüretikler kullanarak plazma sıvı volümünü azaltmaktır. Bugün beta reseptör blokerleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu ilaçlar kalp kasının kontraksiyon gücü ile frekansını ve kalp atım hacmini azaltır.
8. (a) Asetil kolin, (b) asetil kolin, (c) asetil kolin, (d) norepinefrin ve (e) asetilkolin.

ÇALIŞMA SORULARI

Açıklama: Bu bölümde her numaralandırılmış soruyu harfli cevaplar izlemektedir. DOĞRU olan TEK cevabı seçiniz.

1. Aşağıdaki otonom sinir sistemi ile ilgili açıklamalardan, hangisi doğrudur?
   (a) Enterik sinir sistemi plexus submucosus-Meissner ve plexus myentericus-Auerbach'tan oluşur.
   (b) Enterik sinir sisteminin sinir lifleri çıplak aksonlardır.
   (c) Otonom sinir sisteminin parasempatik bölümünün aktiviteleri acil durumlarda kullanılır.
   (d) Otonom sinir sisteminin parasempatik bölümü sadece efferent sinir lifleri içerir.
   (e) Nucleus pretectalis işitme refleksleri ile ilgilidir.

2. Aşağıdaki otonom sinir sistemi ile ilgilidir açıklamalardan doğru olanı seçiniz.
   (a) Argyll Robertson pupilla'sı yakını görme için akkomodasyon refleksi'nin normal, ancak ışık refleksine cevabın olmadığı durumdur.
   (b) Rami communicantes albi sadece truncus symphaticus'un torakal bölümünde bulunur.
   (c) Rami communicantes albi postganglionik sempatik lifler içerir.
   (d) Nervus splanchnicus major'lar miyelinsiz aksonlardan oluşur.
   (e) Nervus splanchnicus minor'lar truncus sympathicus'un torakal bölümünün sekizinci ve dokuzuncu ganglionlarından çıkar.
3. Aşağıdaki otonom sinir sistemi ile ilgili genel açıklamalardan hangisi doğrudur?
   (a) Hypothalamus'un otonom sinir sistemi üzerinde çok az kontrolü vardır.
   (b) Cortex cerebri'nin otonom sinir sistemi üzerinde kontrolü yoktur.
   (c) Adie pupillası olan bir hastanın artmış ışık refleksi ve yakını görmede hızlı pupilla kontraksiyonları ve karanlıkta hızlı dilatasyonu vardır.
   (d) Gastrointestinal kanaldan kaynaklanan ağrı orta hata yansır.
   (e) Visseral ağrının yansıdığı deri alanı, sıklıkla ağrılı organın da innerve edildiği omuriliğin farklı segmenti tarafından innerve edilir.
4. Aşağıdaki Horner sendromu ile ilgili açıklamalardan hangisi doğrudur?
   (a) Pupilla dilate durumdadır.
   (b) Üst gözkapağı retraktedir.
   (c) Hastanın yüz derisi arteriollerinde vasodilatasyon vardır.
   (d) Yüzde aşırı terleme vardır.
   (e) Exophthalmus mevcuttur.

Açıklama: Bu bölümde numaralandırılmış her madde ve tam olmayan açıklamaları cevaplar veya tamamlayıcı açıklamalar izlemektedir. Her bir madde için EN UYGUN BİR cevabı veya tamamlayıcı açıklamayı seçiniz.

5. Sempatik çıkış:
   (a) medulla spinalis'in gri columna (cornu) posterior'unda yer alın sinir hücrelerinden orijin alır.
   (b) medulla spinalis'i, spinal sinirlerin radix posterior'u içinde terk eden preganglionik sinir liflere sahiptir.
   (c) medulla spinalis'in T1-L2 segmentleri arasında sınırlanmıştır.
   (d) supraspinal seviyelerden medulla spinalis'te beyaz columna posterior içerisinde aşağıya inen lifler alır.
   (e) spinal sinirlerin ganglion spinale'lerinde sinaps yapan çok sayıda preganglionik sinir lifleri vardır.
6. Norepinefrinin salgılandığı yer:
   (a) Preganglionik sempatik lifler
   (b) Preganglionik parasempatik lifler
   (c) Postganglionik parasempatik lifler
   (d) Postganglionik sempatik lifler
   (e) Medulla suprarenalis'e giden preganglionik lifler
7. Glandula parotidea'nın kontrolünü sağlayan parasempatik innervasyon aşağıdaki hangi kranial sinirden çıkar?
   (a) Nervus facialis
   (b) Nervus oculomotorius
   (c) Nervus vagus
   (d) Plexus caroticus
   (e) Nervus glossopharyngeus
8. Aşağıdaki açıklamalardan hangisi otonom sinir sisteminin parasempatik çıkışını en iyi şekilde ifade etmektedir?
   (a) Medulla spinalis'in torakolumbal bölümü ile ilgilidir.
   (b) Preganglionik nöronların az sayıdaki postganglionik nöronlarla sinaps yapmasından dolayı etkiler lokal ve farklıdır.
   (c) Kısa preganglionik aksonları vardır.
   (d) Duygusal bir kriz sırasında aktiftir.
   (e) Aktivitesi glikojenden glukozu mobilize eder.
9. Antikolinesteraz ilaçların sinapslardaki etkisi:
   (a) Asetilkolin reseptörlerinde, asetilkolinin etkisini taklit etmek.
   (b) Asetilkolin salınımını engellemek.
   (c) Asetilkolin sekresyonunu artırmak
   (d) Asetilkolin yıkımını inhibe etmek.
   (e) Sinir ucunda asetilkolin alımını engellemek.
10. Atropinin otonom sinir sistemi üstündeki etkisi hangisidir?
    (a) Bir antikolinesteraz ilacıdır.
    (b) Norepinefrinin aktivitesini artırır.
    (c) Parasempatik sistemde effektör organlarda asetilkolin etkisini inhibe eder.
    (d) Sempatik sistem içerisinde presinaptik sonlanmalar tarafından norepinefrinin tekrar alımını (reuptake) inhibe eder.
    (e) Norepinefrin reseptör yerlerini bloke eder.
11. Aşağıdaki medulla spinalis seviyelerinden hangisi parasempatik çıkışı içerir?
    (a) S1 ve 2
    (b) S3, 4, 5
    (c) S1, 2 ve 3
    (d) S2, 3 ve 4
    (e) L1 ve 2

Açıklama: Bu bölümde her numaralandırılmış madde ile ilgili olarak harfli cevaplar sunulmuştur. DOĞRU olan TEK cevabı seçiniz.

12. Aşağıdaki mesanenin otonom innervasyonu ile ilgili açıklamalardan hangisi doğrudur?
    (a) Parasempatik bölüm mesane duvarı kasının relaksasyonunu ve m. sphincter vesicae'nın kontraksiyonunu sağlar.
    (b) Sempatik bölüm erkekte m. sphincter vesicae'nin relaksasyonuna neden olur ve ejakulasyon sırasında semenin mesaneye reflüsünü engeller.
    (c) Mesaneden afferent lifler birinci ile ikinci lumbal segmentler ve ikinci, üçüncü ile dördüncü sakral segmentlerde medulla spinalis'e ulaşır.
    (d) Sempatik bölüm musculus sphincter urethrae'nin kontraksiyonuna neden olur.
    (e) Parasempatik bölüm mesane duvarını besleyen kan damarlarını innerve eder.
13. Aşağıdaki kalbin otonom innervasyonu ile ilgili açıklamalardan doğru olanı seçiniz.
    (a) Parasempatik bölüm koroner arterlerin dilatasyonuna neden olur.
    (b) Postganglion lifler nodus sinuatrialis ve nodus atrioventricularis'te sonlanmaz.

(c) Sempatik postganglion lifler, sonlanmalarında asetilkolin açığa çıkarırlar.
(d) Sempatik sinirler kalp atım hızını ve kalbin kontraksiyon gücünü artırır.
(e) Koroner arterlerin dilatasyonunun nöral kontrolü, kalp kasının metabolizması sonucu açığa çıkan maddeler neticesindeki kimyasal kontrolden daha önemlidir.

Eşleştirme soruları: Sol tarafta sıralanan bezlerin sağ tarafta sıralanan en ilgili otonom ganglionunu işaretleyiniz. Harflendirilmiş seçenekler bir kez, birden fazla veya hiç seçilmeyebilir.

14. Glandula submandibularis
15. Glandula lacrimalis
16. Glandulae nasales
17. Glandula parotidea
18. Glandula sublingualis

(a) Ganglion oticum
(b) Ganglion submandibulare
(c) Ganglion pterygopalatinum
(d) Ganglion ciliare
(e) Yukarıdakilerden hiçbiri

Eşleştirme soruları: Sol tarafta sıralanan otonom ganglionları, sağ tarafta sıralanan en ilgili organ ve kası ile eşleştiriniz. Harflendirilmiş seçenekler bir kez, birden fazla veya hiç seçilmeyebilir.

19. Ganglion cervicale superius
20. Ganglion ciliare
21. Ganglion coeliacum
22. Ganglion mesentericum inferior
23. Ganglion mesentericum superior

(a) M. levator palpebrae superioris (sadece düz kas)
(b) Appendix vermiformis
(c) M. constrictor pupillae
(d) Colon descendens
(e) Yukarıdakilerden hiçbiri

Eşleştirme soruları: Sol tarafta sıralanan kranial sinirleri, sağ tarafta sıralanmış ilgili çekirdeği ile eşleştiriniz. Harflendirilmiş seçenekler bir kez, birden fazla veya hiç seçilmeyebilir.

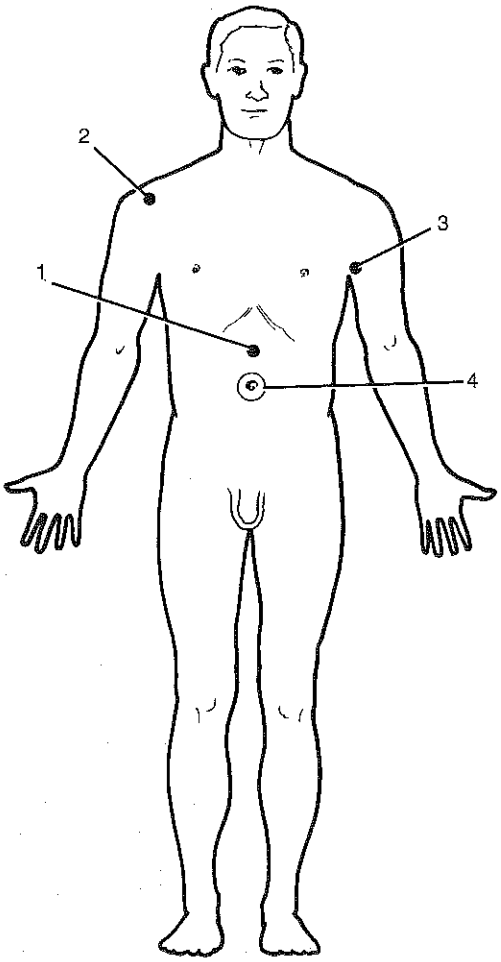
24. Nervus facialis
25. Nervus oculomotorius
26. Nervus glossopharyngeus
27. Nervus hypoglossus

(a) Nucleus salivatorius inferior
(b) Edinger-Westphal
(c) Nucleus lacrimalis
(d) Yukarıdakilerden hiçbiri

Açıklama: Sol tarafta sıralanan, Şekil 14-19'da numaralandırılmış yansıyan ağrı alanlarının, sağ tarafta sıralanmış ağrının kaynaklandığı ilgili organını işaretleyiniz. Harflendirilmiş seçenekler bir kez, birden fazla veya hiç seçilmeyebilir.

28. Numara 1
29. Numara 2
30. Numara 3
31. Numara 4

(a) Kalp
(b) Appendix vermiformis
(c) Safra kesesi
(d) Mide
(e) Yukarıdakilerden hiçbiri



Şekil 14-19 Yansıyan ağrı bölgeleri.

ÇALIŞMA SORULARININ YANITLARI VE AÇIKLAMALARI

1. A doğru. Enterik sinir sistemi plexus submucosus –Meissner ve plexus myentericus-Auerbach'tan oluşur (bkz. s. 404). B. Enterik sinir sisteminin sinir hücreleri ve sinir lifleri astrosite benzer nöroglia şeklindeki hücrelerle sarılmıştır (bkz. s. 404). C. Otonom sinir sisteminin parasempatik bölümünün aktiviteleri enerji depolamaya ve yenilemeye yöneliktir. (bkz. s. 505). D. Otonom sinir sisteminin parasempatik bölümü afferent ve efferent sinir lifleri içerir (bkz. s. 399). E. Nucleus pretectalis ışık refleksi ile ilgilidir.
2. A doğru. Argyll Robertson pupilla'sı yakını görme için akkomodasyon refleksi'nin normal, ancak ışık refleksine cevabın olmadığı durumdur (bkz. s. 418). B. Rami communicantes albi truncus symphaticus'un torakal bölümünde ve birinci ile ikinci lumbal bölümlerinde bulunur (bkz. s. 397). C. Rami communicantes grisei, postganglionik sempatik lifler içerir (bkz. s. 397). D. Nervus splanchnicus major'lar miyelinli aksonlardan oluşur (bkz. s. 398). E. Nervus splanchnicus minor'lar truncus symphaticus'un torakal bölümünün onuncu ve onbirinci ganglionlarından çıkar.
3. D doğru. Gastrointestinal kanaldan kaynaklanan ağrı ort hata yansır (bkz. s. 419). A. Hypothalamus'un otonom sinir sistemi üzerinde büyük kontrolü vardır (bkz. s. 404). B. Cortex cerebri'nin otonom sinir sistemi üzerinde kontrolü vardır (bkz. s. 404). C. Adie pupillası olan hastanın azalmış veya kaybolmuş ışık refleksi ve yakını görmede yavaş veya gecikmiş pupilla kontraksiyonu ve karanlıkta yavaş veya gecikmiş dilatasyonu vardır (bkz. s. 418). E. Visseral ağrının yansıdığı deri alanı sıklıkla ağrılı organın da innerve edildiği omuriliğin aynı segmeni tarafından innerve edilir (bkz. s. 419).
4. C.doğru. Horner sendromu olan hastanın yüz derisi arteriyollerinde vazodilatasyon vardır (bkz. s. 417). A. Pupilla kontraksiyon durumundadır (bkz. s. 417). B. Üst gözkapağında ptosis vardır (bkz. s. 417). D. Yüzde terleme olmaz (bkz. s. 417). E. Enophthalmus mevcuttur (bkz. s. 417).
5. C doğru. Sempatik çıkış omuriliğin T1-L2 segmentleri ile sınırlıdır (bkz. şek. 14-2).
6. D doğru. Norepinefrin çoğu postganglionik sempatik lifilerin sonlanmalarında salınır (bkz. s. 402).
7. E doğru. Parotisin sekresyonunu kontrol eden parasempatik innerveayon n.glossopharyngeus tarafından gerçekleşir (bkz. s. 409).
8. B doğru. Preganglionik nöronların az sayıdaki postganglionik nöronlarla sinaps yapmasından dolayı etkiler lokal ve farklıdır (bkz. s. 406).
9. D doğru. Antikolinesteraz ilaçların sinapslardaki etkisi asetilkolin yıkımını inhibe etmek (bkz. s. 117)
10. C doğru. Otonom sinir sisteminin parasempatik bölümünde effektör organlarda asetilkolin etkisini inhibe eder (bkz. s. 403).
11. D doğru. Omurilikte parasempatik çıkış S2-4 seviyelerindedir (bkz. şek.14-2).
12. C doğru. Mesaneden afferent lifler birinci ile ikinci lumbal segmentler ve ikinci, üçüncü ile dördüncü sakral segmentlerde medulla spinalis'e ulaşır (bkz. s. 418). A. Parasempatik bölüm mesane duvarı kasının kontraksiyonu ve m. sphincter vesicae'nın relaksasyonunu sağlar (bkz. s. 412). B. Sempatik bölüm erkekte m. sphincter vesicae'nin kontraksiyonuna neden olur ve ejakulasyon sırasında semenin mesaneye reflüsünü engeller (bkz. s. 412). D. Musculus sphincter urethrae otonom sinir sisteminin kontrolü altında değildir; istemli kontraksiyonu n.pudendus tarafından sağlanır. E. Sempatik bölüm mesane duvarını besleyen kan damarlarını innerve eder (bkz. s. 412).
13. D doğru. Kalbi innerve eden sempatik sinirler kalp atım hızını ve kalbin kontraksiyon gücünü artırır (bkz. s. 410). A. Otonom sinir sisteminin parasempatik bölümü koroner arterlerin kontraksiyonuna neden olur (bkz. s. 410). B. Postganglion otonomik lifler, nodus sinuatrialis ve nodus atrioventricularis'te sonlanır (bkz. s. 410). C. Kalbi innerve eden sempatik postganglion lifler, sonlanmalarında norepinefrin açığa çıkarırlar (bkz. s. 402). E. Nörol kontrolden ziyade kalp kasının lokal metabolik ihtiyaçları koroner arterlerin dilatasyon derecesini kontrol eder (bkz. s. 410).
14. B doğru. Glandula submandibularis sekretomotor parasempatik sinirlerini ganglion submandibulare'den alır (bkz. s. 409).
15. C doğru. Glandula lacrimalis sekretomotor parasempatik sinirlerini ganglion pterygopalatinum'dan alır (bkz. s. 408).
16. C doğru. Nazal bezler sekretomotor parasempatik sinirlerini ganglion pterygopalatinum'dan alır (bkz. s. 400).
17. A doğru. Parotis bezi sekretomotor parasempatik sinirlerini ganglion oticum'dan alır (bkz. s. 409).
18. B doğru. Glandula sublingualis sekretomotor parasempatik sinirlerini ganglion submandibulare'den alır (bkz. s. 409).
19. A doğru. M. levator palpebrae superioris (sadece düz kas kısmı) ganglion cervicale superior'dan gelen sempatik lifler tarafından innerve edilir (bkz. s. 407).
20. C doğru. M.constrictor pupillae, ganglion ciliare'den gelen parasempatik lifler tarafından innerve edilir (bkz. s. 408).
21. E doğru. Ganglion coeliacum, gastroözofajial bileşkeden duodenum'un ikinci bölümünün ortasına kadar olan barsak bölümünün düz kas innervasyonunun sağlar; ek olarak karaciğer, pancreas ve dalağı da innerve eder (bkz. s. 410).
22. D.doğru. Colon descendens, sempatik innervasyonunu ganglion mesentericum inferior'dan alır (bkz. s. 411).

23. B doğru. Appendix vermiformis sempatik liflerini ganglion mesentericum superior'dan alır (bkz. s. 411).
24. C doğru. Nucleus lacrimalis'ten çıkan parasempatik sinir lifleri n.facialis ve dalları içerisinde seyrederek ganglion pterygopalatinum'a gelir; sinaps yapar ve sonra glandula lacrimalis'e ulaşır (bkz. s. 408).
25. B doğru. Edinger-Westphal çekirdeğinden parasempatik sinir lifleri n.oculomotorius içinde seyrederek ganglion ciliare'ye gelir; sinaps yapar ve sonra m. constrictor pupillae ve m.ciliaris'e ulaşır (bkz. s. 408).
26. A doğru. Nucleus salivatorius inferior'dan parasempatik sinir lifleri n.glossopharyngeus ve dalları içerisinde seyrederek ganglion oticum'a gelir; sinaps yapar ve sonar parotis bezine ulaşır (bkz. s. 409).
27. D doğru. N.hypoglossus dil kaslarını innerve eder (bkz. s. 356).
28. D doğru.
29. C doğru.
30. A doğru.
31. B doğru.

Ek Okumalar

Appenzeller, D. *The Autonomic Nervous System* (4th ed.). Amsterdam: Elsevier Biomedical Press, 1990.

Buckley, N., and Caufield, M. In G. Brunstock and C. H. V. Hoyle (eds.). *Transmission: Acetylcholine in Autonomic Neuroeffector Mechanisms* (pp. 257–322). Chur, Switzerland: Harwood Academic Publishers, 1992.

Craig, C. R., and Stitzel, R. E. *Modern Pharmacology* (4th ed.). Boston: Little, Brown, 1994.

Dampney, R. A., Horiuchi, J., Tagawa, T., Fontes, M. A., Potts, P. D., and Polson, J. W. Medullary and supramedullary mechanisms regulating sympathetic vasomotor tone. *Acta. Physiol. Scand.* 177:209, 2003.

Elfvin, L. G., Lindh, B., and Hokfelt, T. The chemical neuroanatomy of sympathetic ganglia. *Annu. Rev. Neurosci.* 16:471–507, 1993.

Gershon, M. D. The enteric nervous system. *Annu. Rev. Neurosci.* 4:227, 1981.

Gershon, M. D. *The Second Brain.* New York: HarperCollins, 1998.

Gibbins, I. L., Jobling, P., Messenger, J. P., Teo, E. H., and Morris, J. L. Neuronal morphology and the synaptic organisation of sympathetic ganglia. *J. Auton. Nerv. Syst.* 81:104, 2000.

Goldstein, D. S., Robertson, D., Esler, M., Straus, S. E., and Eisenhofer, G. Dysautonomias: Clinical disorders of the autonomic nervous system. *Ann. Intern. Med.* 137:753, 2002.

Guyton, A. C., and Hall, J. E. *Textbook of Medical Physiology* (11th ed.). Philadelphia: Elsevier, Saunders, 2006.

Hirst, G. D., and Ward, S. M. Interstitial cells: Involvement in rythmicity and neural control of gut smooth muscle. *J. Physiol.* 550:337, 2003.

Kandel, E. R., Schwartz, J. H., and Jessell, T. M. *Principles of Neural Science* (4th ed.). New York: McGraw-Hill, 2000.

Kuru, M. Nervous control of micturition. *Physiol. Rev.* 45:425, 1965.

Lepor, H., Gregerman, M., Crosby, R., Mostofi, F. K., and Walsh, P. C. Precise localization of the autonomic nerves from the pelvic plexus to the corpora cavernosa: A detailed anatomical study of the adult male pelvis. *J. Urol.* 133:207, 1985.

Limbird, L. E. (ed.). *The Alpha-2 Adrenergic Receptors.* Clifton, NJ: Humana, 1988.

Mitchell, G. A. G. *Anatomy of the Autonomic Nervous System.* Edinburgh: Livingstone, 1953.

Mitchell, G. A. G. *Cardiovascular Innervation.* Edinburgh: Livingstone, 1956.

Nestler, E. J., Hyman, S. E., and Malenka, R. C. *Molecular Neuropharmacology: A Foundation for Clinical Neuroscience.* New York: McGraw-Hill, 2001.

Perkins, J. D. (ed.). *The Beta-Adrenergic Receptors.* Clifton, NJ: Humana, 1991.

Procacci, P., and Zoppi, M. Pathophysiology and clinical aspects of visceral and referred pain. In J. J. Bonica, D. Lindblom, A. Iggo, L. E. Jones, and C. Benedetti (eds.). *Advances in Pain Research and Therapy* (vol. 5, p. 643). New York: Raven, 1983.

Snell, R. S. *Clinical Anatomy by Regions* (8th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008.

Snell, R. S. *Clinical Anatomy by Systems.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2007.

Snell, R. S. The histochemical appearances of cholinesterase in the parasympathetic nerves supplying the submandibular and sublingual salivary glands of the rat. *J. Anat. (Lond.)* 92:534, 1958.

Snell, R. S. The histochemical appearances of cholinesterase in the superior cervical sympathetic ganglion and the changes which occur after preganglionic nerve section. *J. Anat. (Lond.)* 92:408, 1958.

Snell, R. S., and Lemp, M. A. *Clinical Anatomy of the Eye* (2nd ed.). Boston: Blackwell Scientific, 1998.

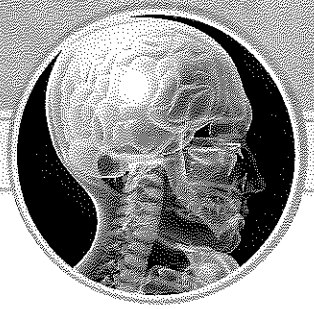
Snell, R. S., and Smith, M. S. *Clinical Anatomy for Emergency Medicine.* St. Louis: Mosby, 1993.

Snider, S. R., and Kuchel, O. Dopamine: An important hormone of the sympathoadrenal system. *Endocrinol. Rev.* 4:291, 1983.

Standing, S. (ed.). *Gray's Anatomy* (39th Brit. ed.). London: Elsevier Churchill Livingstone, 2005.

Westfall, T. C. Evidence that noradrenergic transmitter release is regulated by presynaptic receptors. *Fed. Proc.* 43:1352, 1984.

BÖLÜM 15



Çeviri: Dr. E. Savaş HATİPOĞLU
Dr. Ayda DEMİRANT

BEYİN VE MEDULLA SPINALIS'IN ZARLARI

Kırkdört yaşında bir kadın, sağ gözünde oluşan şiddetli ağrıdan dolayı bir nörolog tarafından muayene edilir. Fizik muayenesinde, sağ gözünde önemsiz bir medial şaşılık ve sağ pupillasının normalden küçük olduğu saptanır. İleri muayenede, sağ yanağın dış yüzünde duyusuzluk olduğu açığa çıkar. CT görüntülemesinde, sinus cavernosus içinde sağ arteria carotis interna'da anevrizma olduğu gözlenir. Anevrizma yaklaşık olarak bir nohut büyüklüğündedir.

Sinus cavernosus'ta arteria carotis interna anevrizmasının lokalizasyonu, okuler ağrıyı açıklamaktadır. Anevrizmanın sağ nervus abducens üzerine baskısı, m. rectus lateralis'in paralizisine yol açarak medial şaşılığın oluşmasına neden olmaktadır. Sağ gözdeki pupillanın küçük olması ise; arteria carotis interna çevresindeki sempatik pleksusa anevrizmanın baskısı sonucu m.dilatatör pupillae'nin paralizisi ile açıklanır. Sağ yanağın dış yüzündeki duyusuzluk da yine anevrizmanın sinus cavernosus yan duvarı boyunca ilerleyen nervus trigeminus'un sağ maksiller dalına yapmış olduğu bası nedeni iledir.

Bu hastayı izah edebilmek için, özellikle çok önemli nöral oluşumların birbirine yakın seyrettiği sinus cavernosus gibi bölgelerin yapıları arasındaki komşulukların iyi bilinmesi gereklidir.

BÖLÜMÜN HEDEFLERİ

- Beyin ve medulla spinalis'in çevresini saran üç zarın yapı ve fonksiyonlarını öğrenmek
- Kafatası içindeki venöz sinusları anlamak ve meninkslerin, onların duvarlarına nasıl katkı yaptığını görmek
- Beyin kanamalarının çeşitli formlarının meninkslerle ilişkilerini kavramak

Kafatası içindeki beyin ve vertebral sütun içindeki medulla spinalis'in çevresi meninges denilen üç zarla sarılmıştır; dura mater, arachnoidea mater ve pia mater.

Beyin Zarları

Dura Mater

Dura mater, endosteal ve meningeal olmak üzere iki yapraktan oluşmuştur (Şek. 15-1). Bu yapraklar **venöz sinusların** oluşma yerleri hariç birbirlerine sıkıca yapışmışlardır.

Endosteal yaprak (lamina externa) kafatası kemiklerinin iç yüzünü döşeyen periosteum'dur. Bu tabaka foramen magnum'u geçerek medulla spinalis'i örten dura mater ile devam etmez. Kafatası kemiklerindeki deliklerin kenarları çevresinden geçerek bu kemiklerin dış tarafındaki **periosteum** ile devam eder. Suturlarda **sütural bağlarla** devam eder (Şek. 15-1). Basis cranii kemiklerine sıkıca yapışmıştır.

Esas dura mater, **meningeal yaprak** (lamina interna)'tır. Beyni tamamen saran sıkı, güçlü fibröz bir zar olup (Şek. 15-2 ve 15-3) foramen magnum'dan geçerek medulla spinalis'in dura mater'i olarak devam eder. Bu yaprak kafatası deliklerinden geçen kranial sinirlere tubuler kılıflar oluşturur. Kafatasının dışında bu tabaka, sinirlerin epineurium'u ile kaynaşır (Şek. 15-2).

Meningeal yaprağın içeri doğru gönderdiği dört bölme, cavitas cranii'yi beynin alt bölümlerinin yerleştiği ve aralarında bağlantılar olan boşluklara ayırır (Şek. 15-1 ve 15-3). Bu bölmelerin görevi, baş hareket ettiği zaman hızlanma ve yavaşlama ile ilgili olarak beynin yer değiştirmesini engellemektir.

Falx cerebri, iki beyin hemisferi arasında orta hatta uzanan orak şeklinde bir dura mater kıvrımıdır (Şek.15-1 ve 15-3). Dar olan ön ucu crista frontalis ve crista galli'ye yapışarak sonlanır. Geniş olan arka parçası ise orta hatta **tentorium cerebelli**'nin üst yüzü ile birleşir. Falx cerebri'nin sabit olan üst kenarında sinus sagittalis superior uzanır. Serbest olan alt kenarı boyuca da **sinus sagittalis inferior** uzanır. Falx cerebri'nin tentorium cerebelli'ye yapışma çizgisi boyunca da **sinus rectus** yer almaktadır.

Tentorium cerebelli, fossa cranii posterior'un çatısını oluşturan yarım ay şeklinde bir dura mater kıvrımıdır (Şek.15-1 ve 15-4). Cerebellum'un üst yüzeyini kaplar ve beyin hemisferlerinin lobus occipitalis'lerine destek sağlar. Ön kenarında **incisura tentorii** denilen mesencephalon'un geçmesi için oluşmuş bir yarık bulunur (Şek. 15-4). Bu yarık içte serbest, dışta ise yapışmış veya sabit bir kenar processus clinoideus posterior'a, pars petrosa'nın üst kenarına ve oksipital kemik üzerindeki sinus transversus'un oluklarının kenarlarına tutunur. Serbest kenar, öne doğru ilerleyerek iki uç halinde sabit sınırı geçerek her bir taraftaki processus clinoideus anterior'a yapışır. İki kenarın çaprazlaşma noktasında, üçüncü ve dördüncü kranial sinirler öne doğru ilerleyerek sinus cavernosus'un yan duvarlarına girerler (Bkz. 27-4).

Temporal kemiğin pars petrosa'sının tepesine yakın, tentorium'un alt yaprağı sinus petrosus superior'un altında nervus trigeminus ve ganglion trigeminale için oyuk şeklinde bir kese (cavum trigeminale) oluşturur.

Falx cerebri ve falx cerebelli sırasıyla tentoriumun üst ve alt yüzeylerine tutunurlar. Falx cerebri'nin tentoriuma tutunduğu yer boyunca sinus rectus, tentoriumun pars petrosa'ya yapışma çizgisi boyunca sinus petrosus superior, oksipital kemiğe yapıştığı yerde de **sinus transversus** bulunmaktadır (Şek.15-1 ve 15-4).

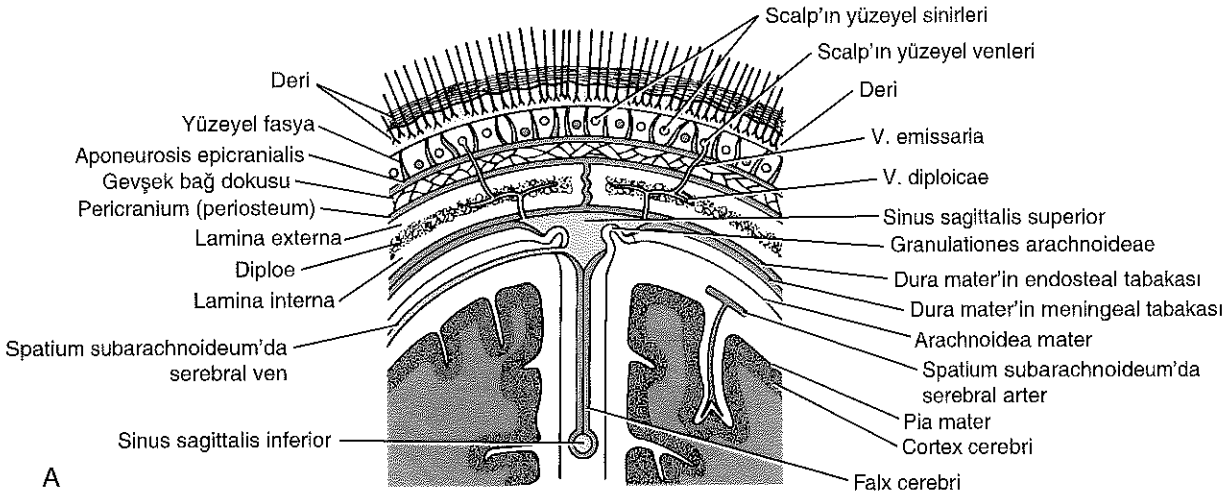
Falx cerebelli küçük, orak şeklinde bir dura mater kıvrımı olup crista occipitalis interna'ya yapışarak öne doğru iki beyincik hemisferi arasında uzanır. Sabit arka kenarı **sinus occipitalis**'i içerir.

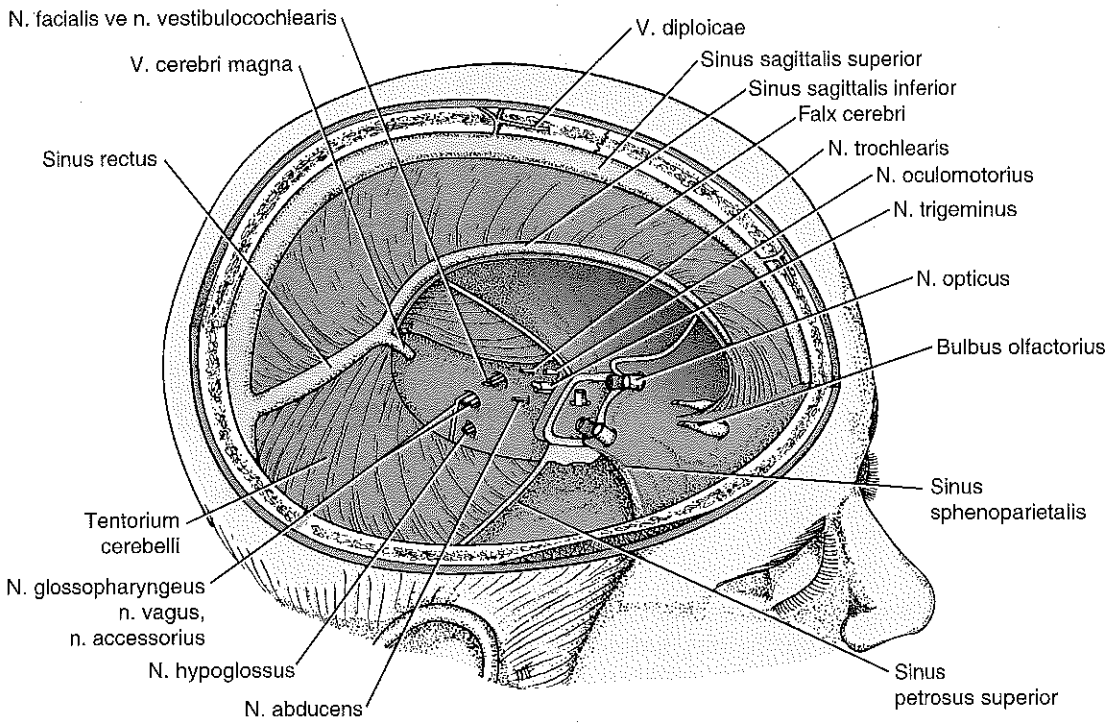
Diaphragma sellae küçük, sirküler bir dura mater kıvrımı olup sella turcica'nın çatısını oluşturur (Şek.15-4 ve 15-6). Ortasındaki küçük delik, **hypophysis cerebri**'nin sapının geçişine izin verir (Bkz. Şek.15-6).

Dura Mater'in Sinirleri

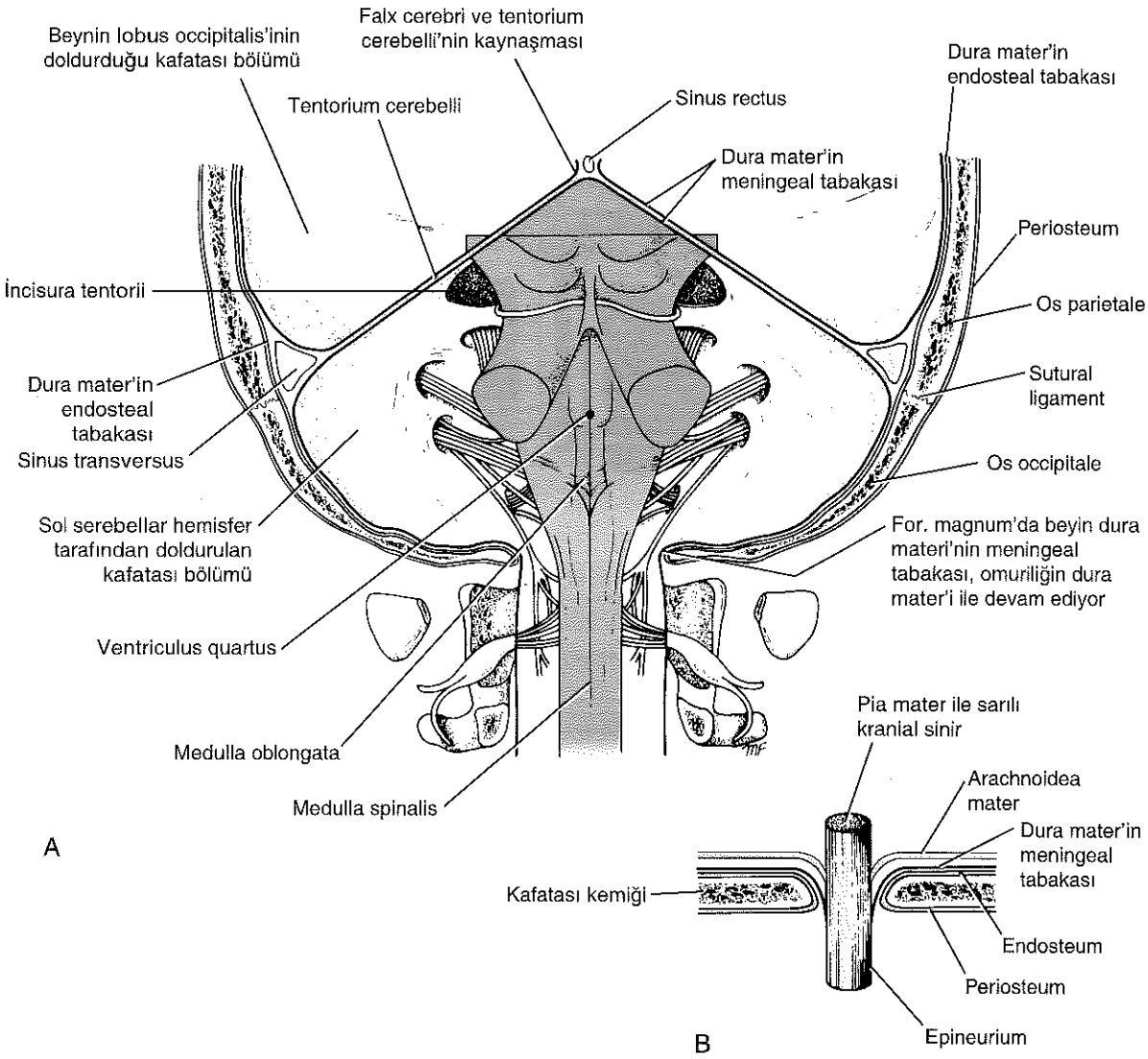
Nervus trigeminus'un dalları, nervus vagus, ilk üç servikal spinal sinir ve trunkus sympathicus'un dalları dura mater'e gelirler.

Durada çok sayıda gerilmeye duyarlı duyusal sinir sonlanmaları vardır ki dura gerildiğinde baş ağrısı hissedilir. Tentorium cerebelli'nin üst kısmında nervus trigeminus'un duyusal uçları uyarıldığında başın aynı tarafındaki deri bölgesinde yansıyan ağrı oluşur. Tentoriumun alt tarafındaki duranın sinir sonlanmaları uyarıldığında boynun arkasında ve saçlı derinin arkasında n. occipitalis major'un dağılma alanı boyunca yansıyan ağrı oluşur.

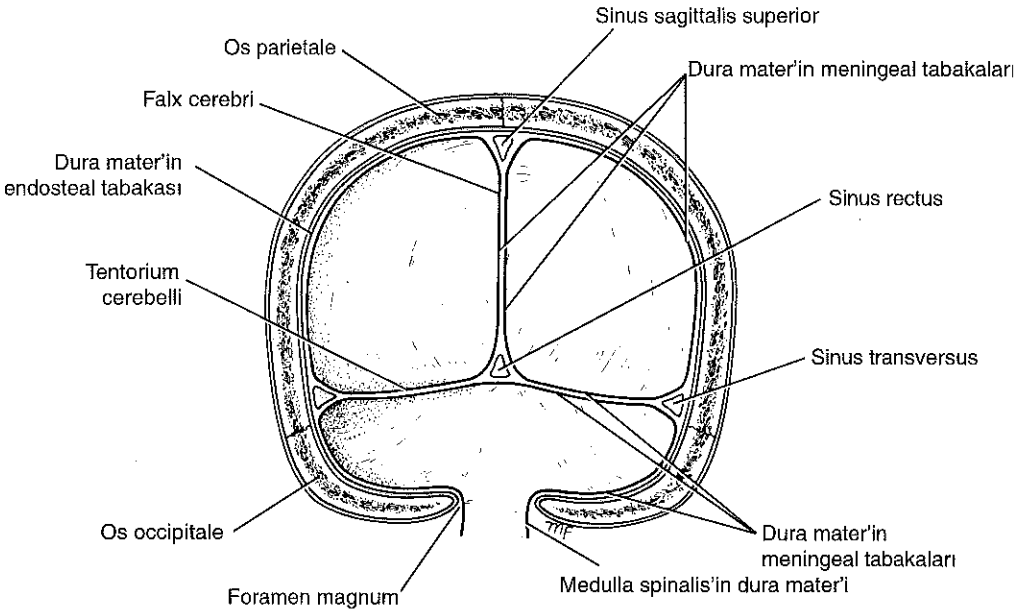




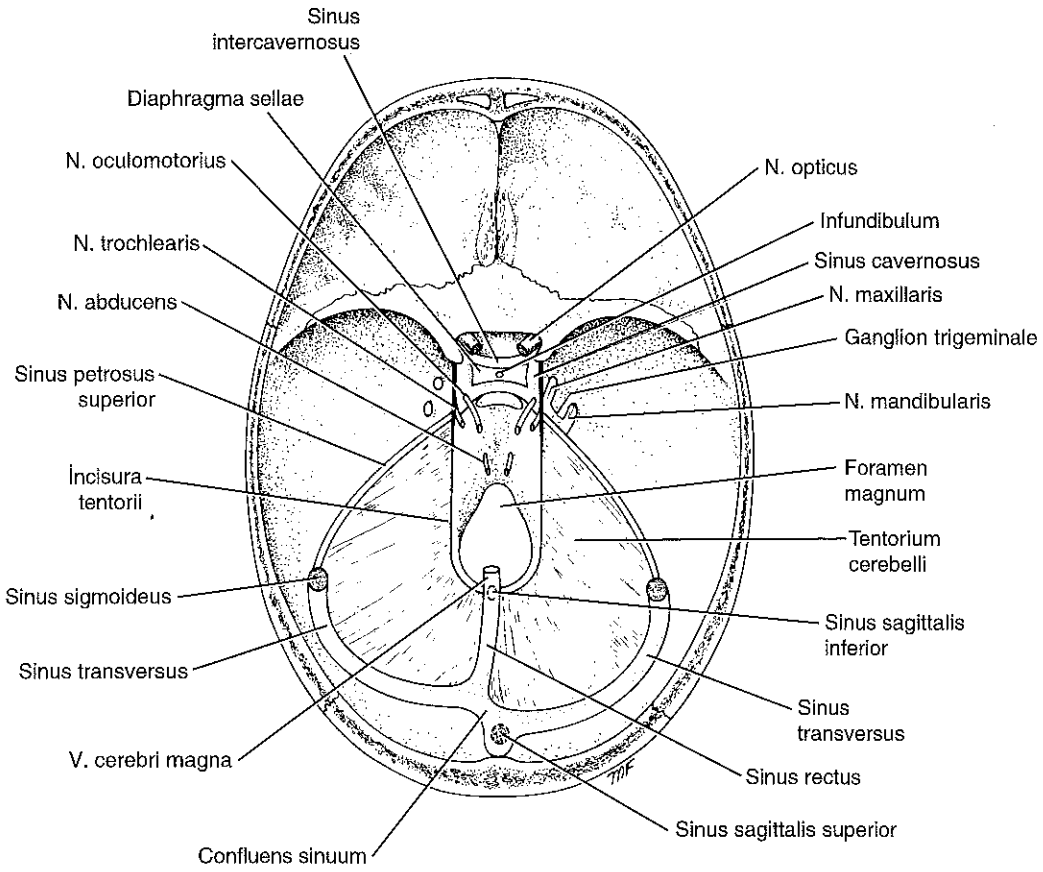
Şekil 15-1 **A :** Scalp, sutura sagittalis superior, falx cerebri, dura mater, ven sinusleri, granulationes arachnoideae, emissar venler ve subaraknoid aralıktaki serebral venlerin ilişkilerinin görüldüğü başın üst bölümünün koronal kesiti. **B :** Dura mater ve içerdiği ven sinüslerinin görüldüğü kafatasının içi.



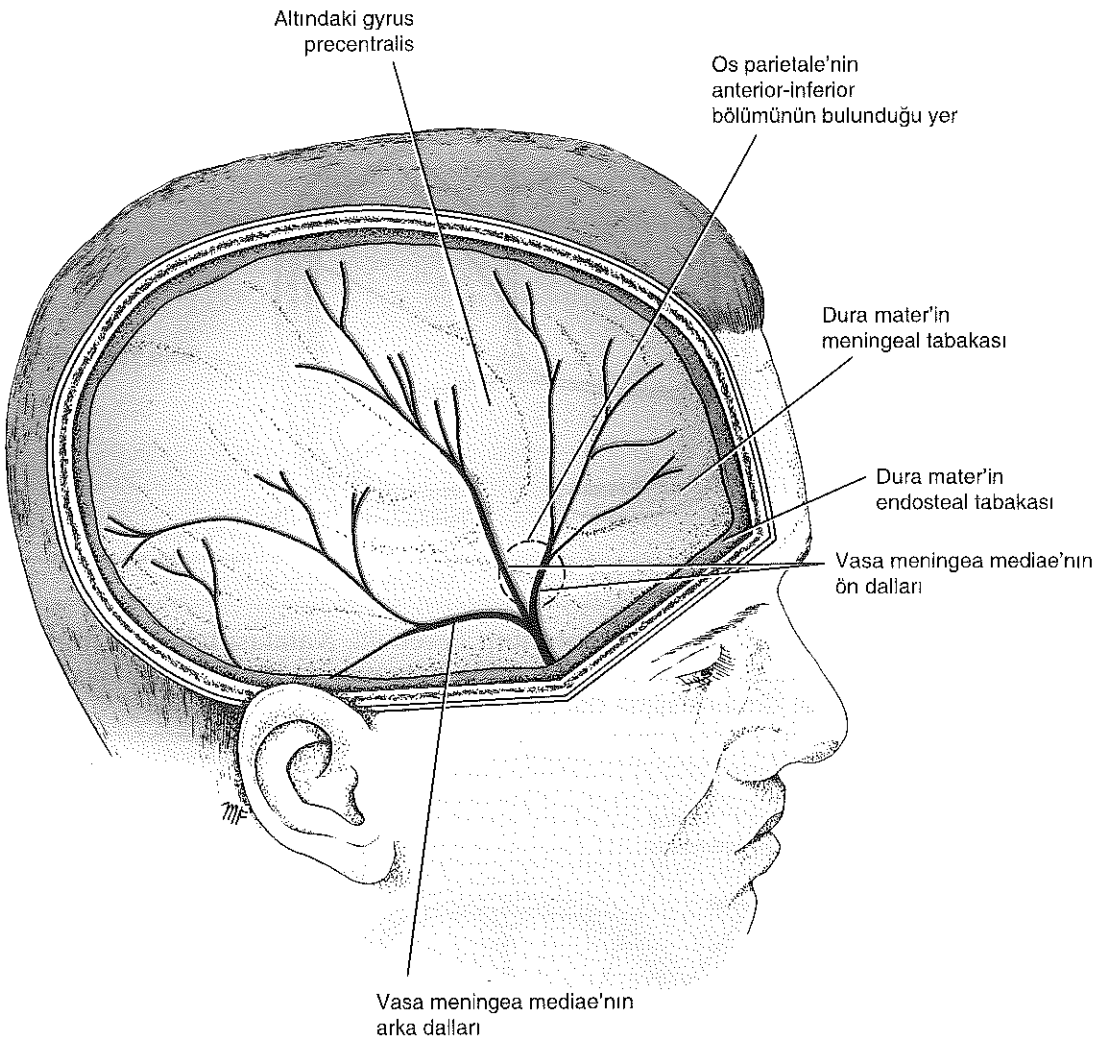
Şekil 15-2 **A:** Oksipital ve parietal kemikler çıkarıldıktan sonra, dura mater'in meningeal ve endosteal tabakalarının dizilişinin, kafatası içinde arkadan görünümü. Beyin sapı yerinde bırakılmıştır. **B:** Kafatasındaki bir delikten geçen kranial sinirin meningeal örtülerinin düzenlenişi.



Şekil 15-3 Falx cerebri ve tentorium cerebelli. Kafatası içindeki dura mater'in meningeal tabakası ile foramen magnum'da medulla spinalis'in dura mater'i ile devamlılığına dikkat ediniz.



Şekil 15-4 Tentorium cerebelli ve diaphragma sellae'nin üstten görünüşü. Dura mater ven sinüsleri ile kranial sinirlerin pozisyonuna dikkat ediniz.



Şekil 15-5 Kafatası ve dura mater tabakalarına giden meningeal damarların ilişkilerinin görüldüğü başın sağ tarafı.

Dura Mater'in Arterleri

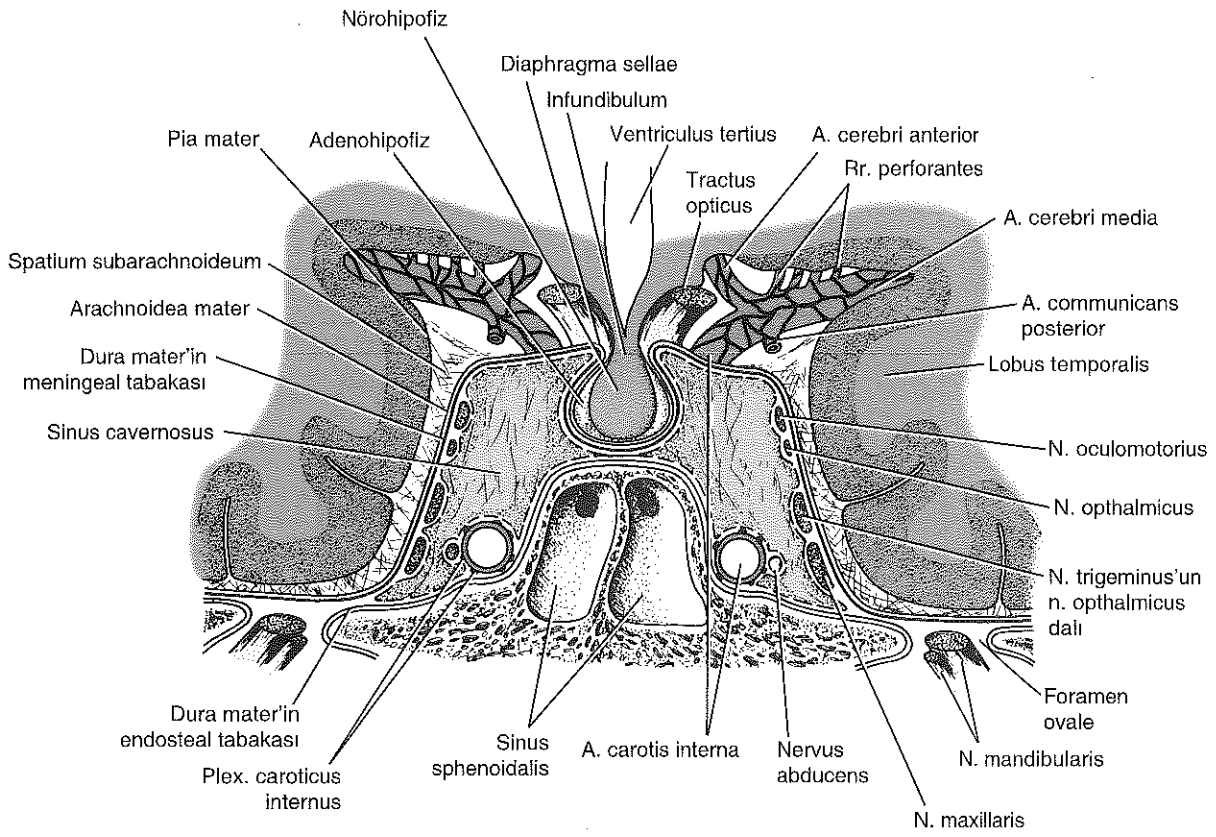
Dura mater'e **arteria carotis interna, arteria maxillaris, arteria pharyngea ascendens** ve **arteria vertebralis**'lerden çok sayıda arter gelmektedir. Klinik açıdan en önemlisi, kafa travmalarında zarar gören **arteria meningea media**'dır (Şek. 15-5).

Arteria meningea media, fossa infratemporalis'te arteria maxillaris'ten ayrılır. Cavitas cranii'ye **foramen spinosum**'dan geçerek girer ve duranın endosteal ve meningeal tabakaları arasında uzanır. Arter, temporal kemiğin squamoz parçasının üst yüzünde bir olukta ileriye ve dış yana doğru ilerler. Ön dal, parietal kemiğin ön-alt açısında derin oluklar veya tünellerde (Şek. 15-5) ve kabaca beynin gyrus precentralisi'nin çizgisine uygun olarak ilerler. Arka dal arkaya bükülür ve dura mater'in arka kısmını besler (Şek.15-7).

Meningeal venler, duranın endosteal tabakasında uzanırlar (Şek. 15-5). Vena meningea media, arteria meningea media'nın dallarını izler ve plexus venosus pterygoideus veya sinus sphenoidalis'e drene olurlar. Venler, arterlerin dış yanlarında uzanırlar.

Sinus Durae Matris

Cavitas cranii'deki venöz sinüsler, dura mater'in yaprakları arasına yerleşmişlerdir (Şek. 15-3, 15-4, 15-6, 15-7). Bu sinuslerin esas fonksiyonu, beynin venlerindeki kan ile spatium subarachnoideum'daki **granulationes arachnoideae**'lar yolu ile liquor serebrospinalis'i almaktır (Şek.16-18). Dura sinüslerindeki kan, sonuçta boyundaki vena jugularis interna'ya drene olur. Dura sinüsleri endoteliumla kaplanmıştır ve duvarları ince olup kas dokusundan yoksundurlar, kapakları yoktur. **Vena emissaria**'lar da kapaksız olup, saçlı derinin venleri ve kafa-



Şekil 15-6 Kavernöz sinuslerin ve hypophysis cerebri'nin görüldüğü sfenoid kemiğin cismi boyunca geçen koronal kesit. Kranial sinirler ve a. carotis interna'nın pozisyonuna dikkat ediniz.

tasının **vena diploicae**'ları ile dura sinüslerini birleştirirler (Şek. 15-1).

Sinus sagittalis superior, falx cerebri'nin sabit olan üst kenarı üzerinde yer alır (Şek.15-1 ve 15-4). Önde foramen caecum'dan başlar, bazen cavitas nasi'den gelen bir veni de alır. Arkaya doğru kafatası kubbesinde oluşturduğu oluk içerisinde ilerleyerek protuberantia occipitalis interna'da bir taraftan diğer tarafa doğru dönerek (genellikle sağ tarafa) **sinus transversus** olarak devam eder. Sinüs, küçük delikler aracılığı iki veya üç tane düzensiz şekilli, her iki yanda bulunan **lacunae laterales**'le ilişki halindedir (Şek. 15-7). Çok sayıda villi arachnoidei ve granulationes arachnoideae lakunalara girer, ayrıca vena diploica ile meningeal venleri de alırlar (Şek.15-1) .

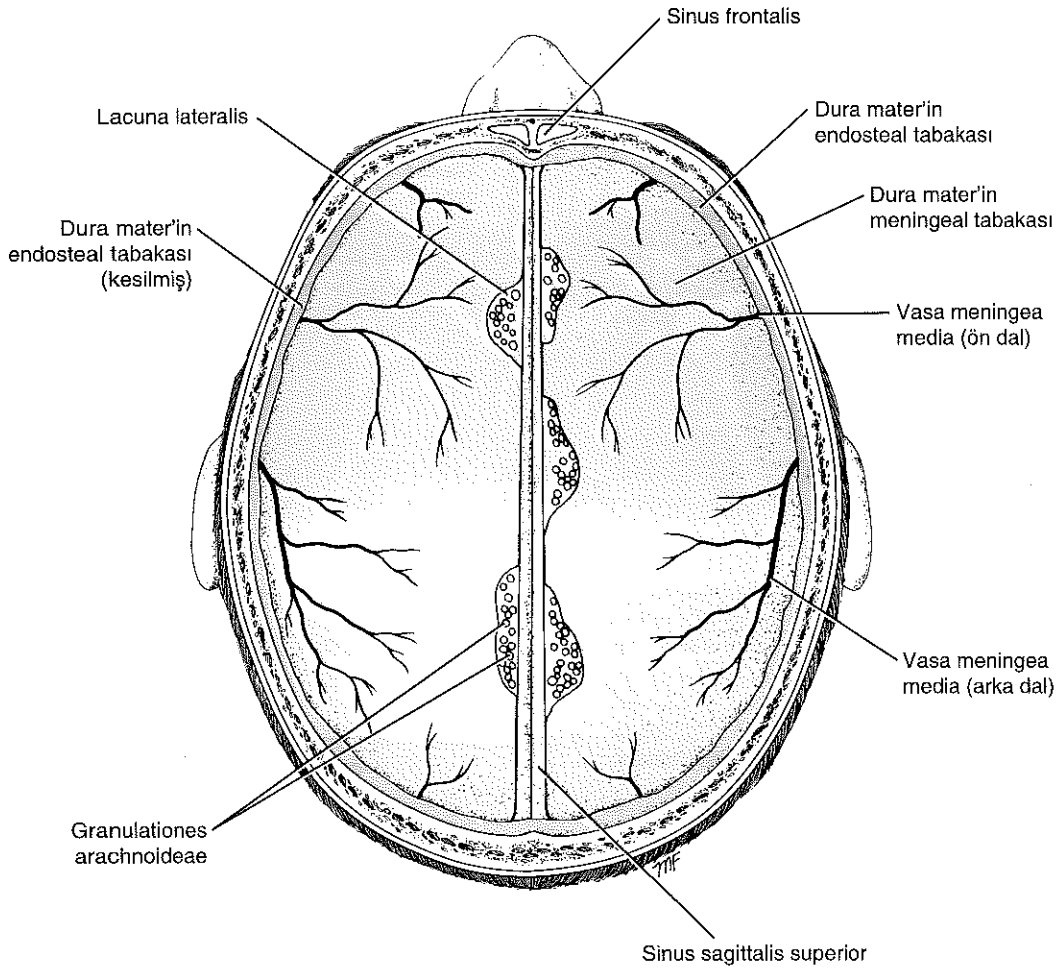
Sinus sagittalis superior seyri esnasında **vena cerebralis superior**'ları alır (Şek.15-1 ve 17-5). Protuberantia occipitalis interna seviyesinde genişleyerek **confluens sinuum**'u oluşturur (Şek.15-4). Burada sinus sagittalis superior, genellikle sağ sinus transversus'la birleşir. Diğer tarafın sinus transversus'u **sinus occipitalis** ile ilişki halindedir.

Sinus sagittalis inferior falx cerebri'nin serbest alt kenarında bulunmaktadır (Şek.15-1). Arkaya doğru uzanarak tentorium cerebelli'nin serbest kenarında **vena cerebri magna** ile birleşerek sinus rectusu oluşturur (Şek.15-1 ve 15-4). Beyin hemisferlerinin iç yüzündeki birkaç serebral veni de alır.

Sinus rectus, tentorium cerebelli'nin falx cerebri ile birleşme çizgisinde yer almaktadır (Şek. 15-1 ve 15-4). **Sinus sagittalis inferior** ile **vena cerebri magna**'nın birleşmesiyle oluşur. Sola doğru dönerek (bazen sağa) **sinus transversus**'ta sonlanır.

Sinus transversus'lar protuberantia occipitalis interna hizasında başlayan iki adet oluşumdur (Şek.15-3 ve 15-4). Sağ sinus genellikle sinus sagittalis superior, sol sinus ise sinus rectus' ile devam eder. Her bir sinus, tentorium cerebelli'nin sabit kenarında yer alır ve oksipital kemik ve parietal kemiğin arka alt köşesinde oluşturduğu olukta seyreder. Bu sinuslar, **sinus petrosus superior, venae inferiorores cerebri, vv. cerebelli** ile **vv. diploicae**'yi de alırlar. Bu sinuslar, aşağıya doğru kıvrılarak **sinus sigmoideus** olarak sonlanırlar (Şek.15-4).

Sinus sigmoideus'lar sinus transversus'ların direk devamıdır. Her bir sinus, aşağı ve içe doğru dönerek temporal kemiğin mastoid parçasında oluklar oluşturur (Şek.15-4). Burada antrum mastoideum'un arkasında



Şekil 15-7 Kalvarya'nın kaldırılmış haliyle başın üstten görünüşü. Dura mater'in endosteal tabakası kaldırılmış; meningeal tabakanın altındaki sinus sagittalis superior'un iç yüzü ortaya çıkarılmıştır.

uzanır. Sinus önce öne, sonra aşağıya doğru dönerek foramen jugulare'nin arka kısmından geçip **vena jugularis interna**'nın **bulbus superior**'u ile devam eder.

Sinus occipitalis, küçük bir sinus olup falx cerebelli'nin sabit kenarında yer alır. Foramen magnum yakınında başlar; burada **vena vertebralis**'lerle birleşerek **confluens sinuum**'a drene olur.

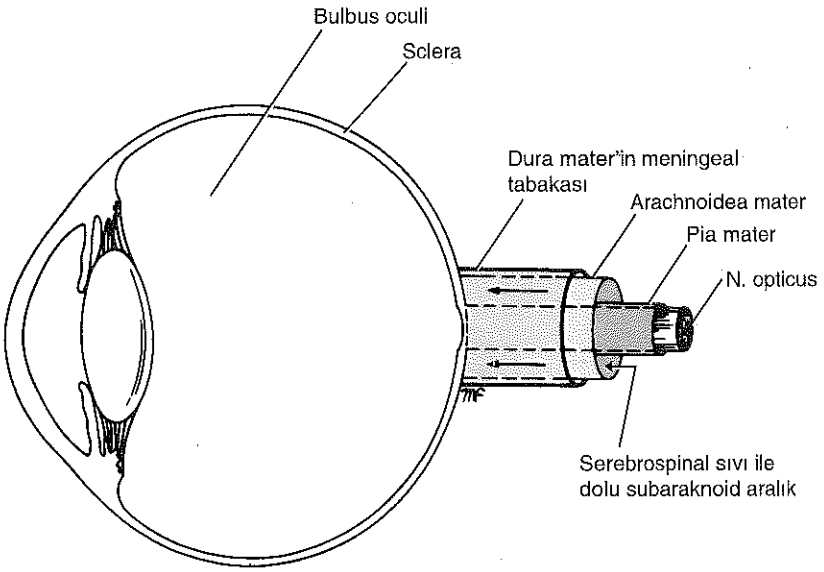
Sinus cavernosus'lar fossa cranii media'da, sfenoid kemiğin cisminin her iki yanında yer alırlar (Şek. 15-6). İçlerinde çok sayıda trabekül bulunduğu ve süngerimsi görünümde olduklarından bu ad verilmiştir. Her sinus, temporal kemiğin arkasında, apex partis petrosae'nın ön tarafından fissura orbitalis superior'a kadar uzanır.

Arteria carotis interna, sempatik sinir pleksusu ile çevrili olarak sinusun içinde öne doğru uzanır (Şek. 15-6). **Nervus abducens** de bu sinusun içinden geçmektedir. Arteria carotis interna ve sinirler endotelle sarılarak kandan ayrılırlar.

Üçüncü ve dördüncü kranial sinirler ile **nervus trigeminus**'un **oftalmik ve maksiller dalları** sinusun dış yan duvarı boyunca uzanırlar (Şek. 15-6). Bunlar dura mater ile endotel arasında uzanmaktadırlar. **Vena ophthalmica superior ve inferior, venae cerebrales inferiores** sinus sphenoparietalis'e **retina'nın vena centralis**'i de sinus cavernosus'a dökülmektedir.

Sinus arkada **sinus petrosus superior ve inferior**'a, aşağıda da **plexus venosus pterygoideus**'a drene olur.

İki sinus cavernosus, hypophysis cerebri'nin sapının önünde ve arkasında, diaphragma sellae'da uzanan **sinus intercavernosus anterior ve posterior** olarak adlandırılan yapılarla birbirleriyle ilişki halindedirler (Şek.15-4). Her sinus, vena ophthalmica superior aracılığıyla vena facialis'le önemli bir ilişkiye sahiptir (yüz derisinin enfeksiyonu bu yol ile sinus cavernosus'a taşınabilir).



Şekil 15-8 Meninges'in sclera'ya tutunmasının görüldüğü bulbus oculi'nin sagittal kesiti. Subaraknoid aralığın uzantısının n. opticus etrafında bulbus oculi'ye kadar gelmesine dikkat ediniz.

Sinus petrosus superior ve inferior'lar küçük sinuslar olup, kafatasında her iki tarafta temporal kemiğin pars petrosa'sının üst ve alt kenarlarında yer alırlar (Şek. 15-4). Her bir sinus petrosus superior, sinus cavernosus'u sinus transversus'a, her bir sinus petrosus inferior da sinus cavernosus'u vena jugularis interna'ya drene eder.

Arachnoidea Mater

Arachnoidea mater ince, geçirgen olmayan, dışta dura mater içte pia mater arasında uzanan ve beyni saran bir zardır (Şek. 15-1). Dura mater'den potansiyel bir aralık olan ve bir sıvı ile doldurulmuş **spatium subdurale** ile ayrılır. Pia mater'den de **liquor cerebrospinalis** ile dolu olan **spatium subarachoideum**'la ayrılmaktadır. Araknoidin iç ve dış yüzeyleri, yassı mezotelial hücrelerle kaplanmıştır.

Arachnoidea mater beyin yüzeyindeki sulcusların üzerinden atlar. Arachnoid ile pia, **cisterna subarachnoidea'**ların oluştuğu yerlerde birbirinden ayrılırlar. **Cisterna cerebellomedullaris,** dördüncü ventrikülün tavanı ile cerebellum'un alt yüzü arasında uzanır. **Cisterna interpeduncularis** iki pedinculus cerebri arasında uzanır. Tüm sisternalar birbirleriyle ilişki halinde olduğu gibi subaraknoid aralıkla da ilişki halindedirler.

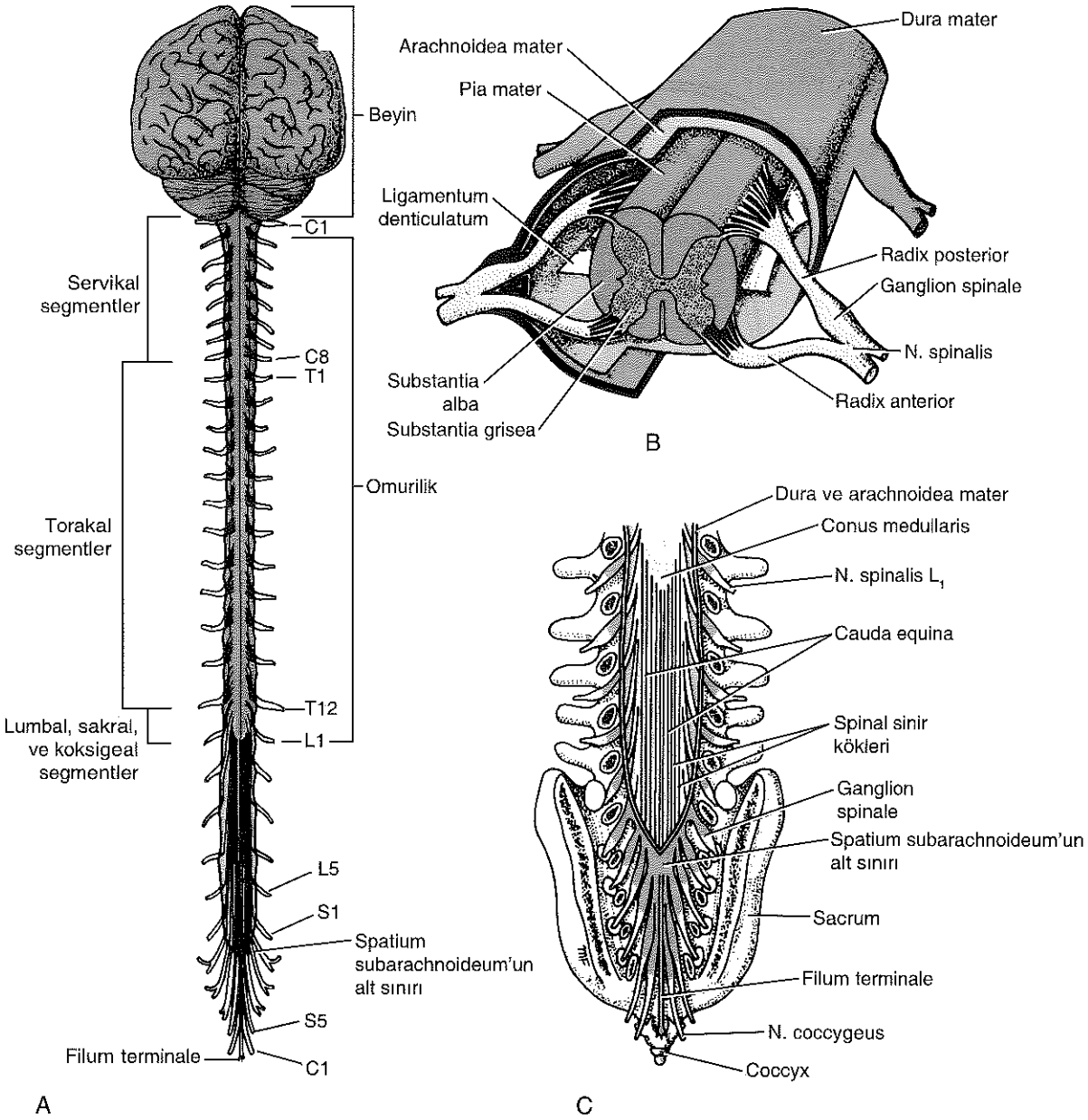
Belirli bölgelerde arachnoidea mater, dura sinusları içine doğru çıkıntılar yaparak **villi arachnoidales**'i oluşturur. Villi arachnoidei en çok sinus sagittalis superior boyunca bulunur.Villi arachnoidei'lerin biraraya toplanması **granulationes arachnoideae** olarak bilinir (Şek.15-7). Villi arachnoidei, liquor cerebrospinalis'in kan dolaşımına diffuze olmasını sağlar.

İnce fibröz doku uzantıları sıvı dolu olan spatium subarachnoideum içinde araknoid ile pia mater'i karşılıklı birbirine bağlar.

Beyinden kafatasına veya kafatası deliklerinden geçen yapıların spatium subarachnoideum aracılığıyla geçtiğinin bilinmesi önemlidir. Tüm serebral arterler ve venler ile kranial sinirler bu aralıktan geçerler (Şek. 15-1 ve 15-6). Kafatasından geçtikleri noktada sinirlerin epineuriumu arachnoidea mater ile birleşir (Şek. 15-2B). Arachnoidea mater, **nervus opticus**'u saran bir kılıf yaparak canalis opticus'tan geçip cavitas orbitale'ye girer ve göz küresinin sclera'sıyla birleşir (Şek. 15-8). Böylece spatium subarachnoideum, sinirin çevresinde göz küresine kadar uzanır.

Liquor cerebrospinalis, beyinin yan, üçüncü ve dördüncü karıncıklarında bulunan **plexus choroideus** tarafından üretilir. Bu sıvı, beyinin ventriküler sisteminden, ventriculus quartus'un tavanında bulunan üç delikten geçerek spatium subarachnoideum'a girer. Yukarıda hemispheria cerebri yüzeyinde, aşağıda ise medulla spinalis'in etrafında dolaşır. Spinal subaraknoid aralık, **2. sakral vertebraya** kadar uzanır (Bkz. s. 437). Sonunda bu sıvı villi arachnoidea ve duvarlarından diffuze olarak kan dolaşımına geçer.

Serebrospinal sıvı, nöral aktivite sonucu ortaya çıkan artık maddelerin atılmasına ilaveten beynin içinde yüzdüğü bir sıvı ortamı sağlar. Bu mekanizma fiilen beyni travmadan korur. Ayrıca bu sıvının hormonların taşınmasında da rol aldığına inanılmaktadır.



Şekil 15-9 **A:** Beyin, medulla spinalis, spinal sinir kökleri ve spinal sinirlerin arkadan görünümü. **B:** Medulla spinalis'in torakal bölgesinden transvers kesitte spinal sinirlerin ön ve arka kökleri ile meninkslerin görünümü. **C:** Medulla spinalis ve cauda equina'nın alt uçta, lumbal vertebra, sacrum ve coccyx ile yaptığı komşuluğun arkadan görünümü.

Pia Mater

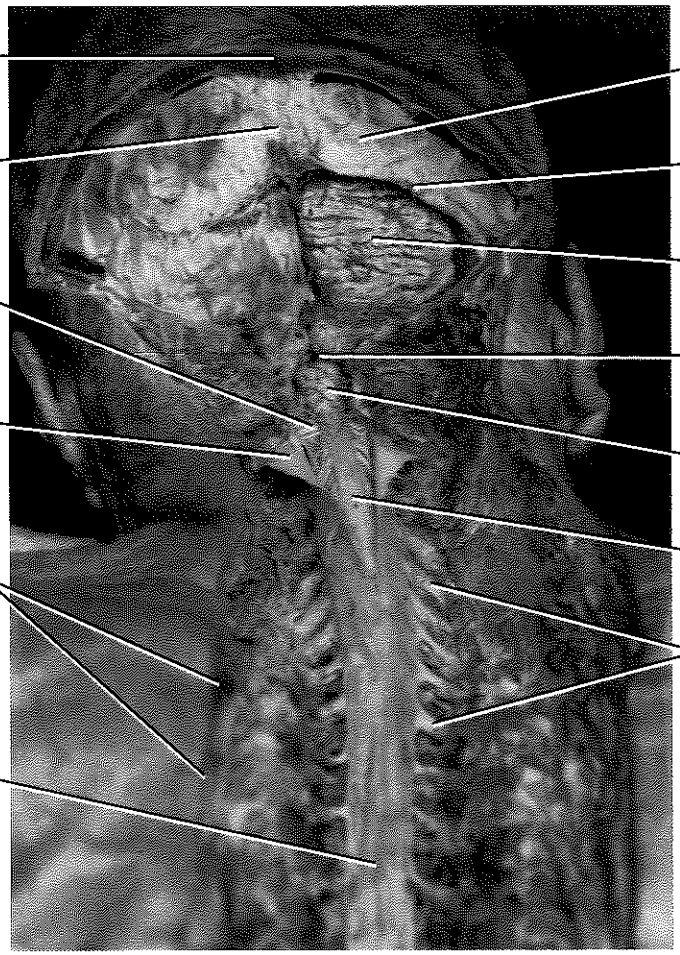
Pia mater , yassı mezotelial hücrelerle kaplanmış vasküler bir zardır. Beyni sıkıca kaplar, girusları sarar ve derin oluklara kadar iner (Şek.15-1). Kranial sinirlerin dış yüzünde de uzanarak onların epineurium'u ile birleşir. Beyine giren serebral arterler, bir pia mater kılıfı ile sarılmıştır.

Pia mater beyinin üçüncü ve dördüncü karıncığının tavanında bulunan **tela choroidea**'yı oluşturur ve ependyma ile birleşerek beynin yan, üçüncü ve dördüncü karıncıklarında bulunan plexus choroideus'ları oluşturur.

Medulla Spinalis'in Zarları

Dura Mater

Dura mater, medulla spinalis ve cauda equina'yı örten kalın sağlam bir fibröz membrandır (Şekil 15-9 ve 15-11). Dura mater, foramen magnum'un üst kısmı boyunca beyni örten duranın lamina meningealis'i ile devam eder. Alt tarafta sakral 2.vertebranın alt uç seviyesindeki filum terminale'de sonlanır. Dural kılıf vertebral kanal içinde gevşek bir biçimde uzanır ve **spatium epidurale**



Şekil 15-10 Baş-boynun arka taraf disseksiyonu. Occipital kemiğin büyük bir parçası çıkarılarak, duranın periosteal tabakası ortaya çıkarılmıştır. Sağ tarafta transvers sinüsün hemen altında durada küçük bir pencere açılarak, fossa cranii posterior'daki cerebellum ve medulla oblongata ortaya konmuştur. Boyunda dura ve arachnoid orta hat boyunca kesilerek medulla spinalis ve servikal sipinal sinirlerin kökleri ortaya çıkarılmıştır. Servikal spinal sinirlerin vertebral kanal içinde uzanırken bir meningeal tabaka ile örtülü olduğu unutulmamalıdır.

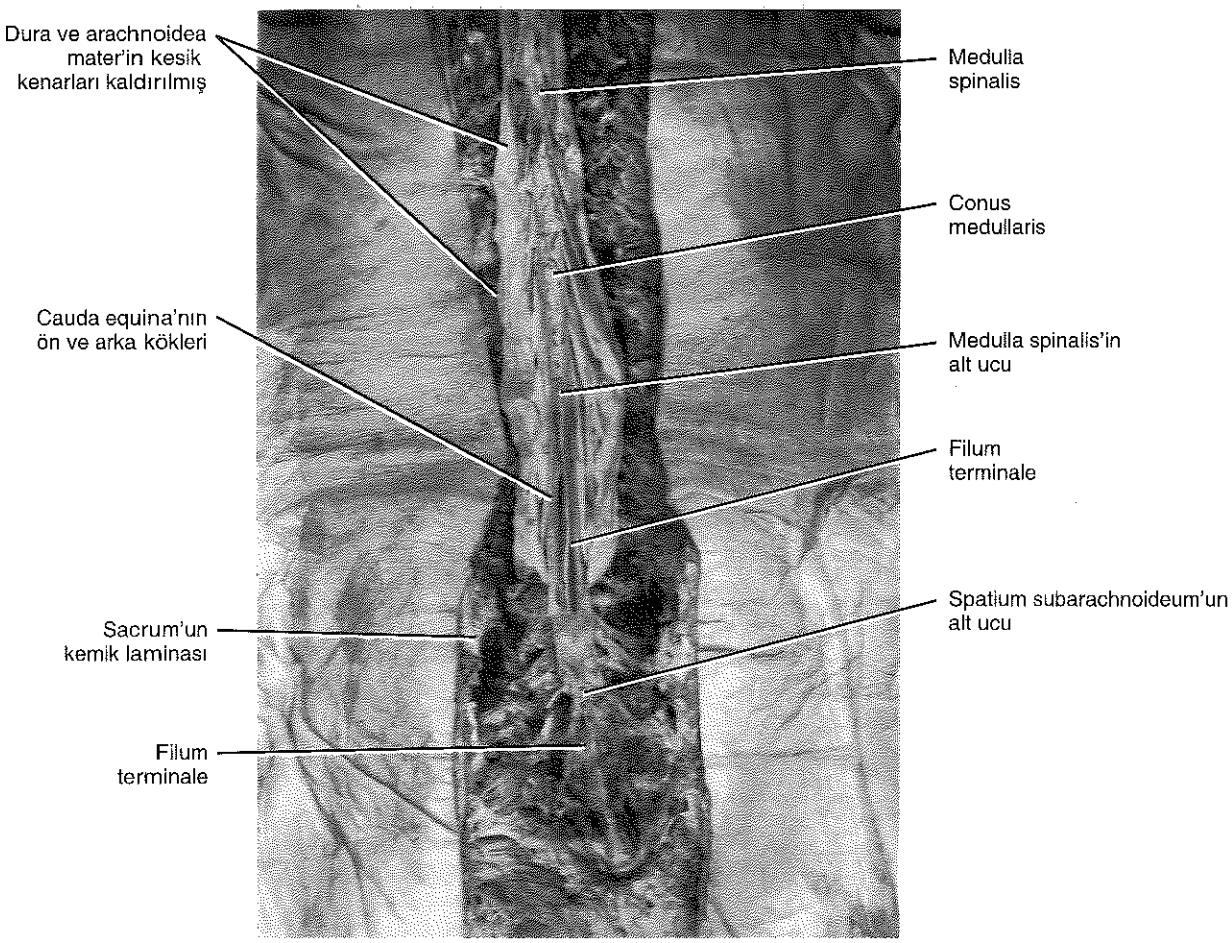
ile kanalın duvarından ayrılmıştır. Bu aralık gevşek areolar doku ve **plexus venosus vertebralis internus**'u içerir. Dura mater her spinal sinir kökü boyunca uzanır ve her spinal sinirin çevresindeki bağ doku ile (epineurium) devam eder. Dura mater'in iç yüzü arachnoidea mater ile temas halindedir (Şekil 4-5).

Arachnoidea Mater

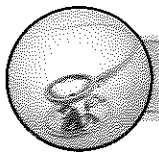
Arachnoidea mater, medulla spinalis'i örten, geçirgen olmayan hasas bir membrandır ve iç tarafında pia mater, dış tarafında dura mater arasında uzanır (Şekiller 15-9 ve 15-10). Arachnoidea mater geniş bir aralık olan **spatium subarachnodeum** ile pia mater'den ayrılmıştır. Bu aralık **liquor cerebrospinalis** ile doldurulmuştur. Subarakhnoid aralık birkaç sağlam bağ dokusu lifi ile çaprazlanır. Arachnoidea mater, foramen magnum'un üst kısmı boyunca beyni örten arachnidea mater olarak devam eder. Alt tarafta arachnoidea mater, sakral 2. vertebranın alt ucu seviyesindeki filum terminale'de sonlanır (Şekil 15-9). Arachnoidea mater, spatium subarachnoideum'da küçük lateral genişlemeler oluşturan spinal sinir kökler boyunca devam eder.

Pia Mater

Medulla spinalis'i sıkı bir şekilde örten bir vasküler membran olan pia mater sinir kökleri arasında her bir yanda kalınlaşarak **ligamentum denticulatum**'lan oluşturur. Bu ligamentler, laterale doğru uzanarak aracnoid ve dura matere bağlanır. Bunun anlamı, medulla spinalis'in dural kılıfın ortasında asılı olduğudur. Pia mater, her bir sinir kökü boyunca uzanır ve her spinal sinir'in çevresindeki bağ dokusu ile devam eder (Şekil 15-9).



Şekil 15-11 Columna vertebralis'in lumbal ve sakral bölgelerinin laminalarının tamamen kaldırılmasını da kapsayan sırtın alt taraf disseksiyonu. Meningeal yaprak kesilip kenara çekilerek subarakhnoid aralık, medulla spinalis'in alt bölümü ve cauda equina ortaya çıkarılmıştır. Cauda equina'nın lumbal ve sakral spinal sinirlerin ön ve arka köklerinin, filum terminale etrafında sarılmasıyla oluştuğu unutulmamalıdır.



Klinik Uygulama

Menenjitlerin Fonksiyonel Önemi

Beyin ve medulla spinalis, kökenleri aynı olan üç zar tarafından sarılmıştır. En dıştaki kalın, sert ve fibröz yapıda olup dura mater olarak adlandırılır. Ortadaki ince ve narin olup arachnoidea mater olarak bilinir. En içteki narin ve vasküler yapıda olup beyin ve medulla spinalis'in yüzeylerini sıkıca sarar ve pia mater olarak bilinir. Dura mater cranialis, dışta endosteal tabakaya sahiptir; bu tabaka kafa kemiklerinin periosteumu olarak görev yapar. İç tarafta da meningeal tabakaya sahiptir. Bu tabaka dayanıklılığından dolayı altındaki nervos dokuyu koruma görevi yapar. Meningeal tabaka her bir kranial siniri bir kılıf gibi sarar ve kafatasından geçtikleri deliklere kadar kısa bir mesafede kranial sinirleri korur.

Dura mater'in orak şekilli parçası falx cerebri, vertikal pozisyonda beyin hemisferleri arasındadır. Horizontal yaprağı tentorium cerebelli, beyin ve beyincik arasında öne doğru bir çıkıntı oluşturur ve kafatası içinde beyinin aşırı hareketlerinin sınırlanmasında görev alır.

Arachnoidea mater, dura mater'e oranla çok ince bir zar olup beyni gevşek bir şekilde sarar. Arachnoidea mater ile pia mater arasında spatium subarachnoideum denilen içi liquor cerebrospinalis ile dolu bir aralık bulunur. Serebrospinal sıvı, beyne yüzebilme yeteneği verir ve kafatasına uygulanan mekanik etkilerden sinir dokusunu korur.

Pia mater, vasküler bir zar olup beyni destekler ve sıkıca sarar. Bir pia mater yaprağı beyin dokusuna girene kadar serebral arterler ve dallarına eşlik eder.

Kafa Travmalarında Meninksler ve Kafatasına Bağlı Olarak Beynin Hareketleri

Hareketli kafa travmalı bir hasta, aniden durdurulduğunda beyin hareket edebilir. Bu hareket duranın büyük uzantıları veya kafatası tarafından engelleninceye kadar ileriye doğru oluşur. Yana doğru hareketlerde, beyin hemisferinin bir yüzü craniumun kenarına çarpar; hemisferin diğer taraftaki medial yüzü falx cerebri'ye çarpar. Yukarı doğru hareketlerde beyin hemisferlerinin üst yüzleri cranium'un çatısına çarpar ve corpus callosumun üst yüzü de falx cerebri'nin serbest kenarına çarpar. Cerebellum'un üst yüzü de tentorium cerebelli'nin alt yüzüne karşıt baskı yapar.

Kafatasına ve dural uzantılara bağlı beyin hareketleri bazı kranial sinirlerin çeşitli deliklerden geçerken ciddi bir şekilde zarar görmesine neden olabilir. Böylece dura sinuslarını drene eden ince kortikal venler yırtılabilir. Bunun sonucunda **subdural** veya **subarachnoid kanamalar** oluşur. Güçlü duvarlara sahip olan kıvrımlı arterler nadiren zarar görürler.

İntrakranial Kanamalar ve Meninksler

Epidural Kanama

Epidural kanama, meningeal arter veya venlerin yaralanmaları sonucu oluşur. En sık zarar gören arter, **arteria meningea media'nın ön dalıdır**. Parietal kemiğin antero-inferior bölgesinde kırığa yolaçabilecek tamamen yumuşak bir darbe bile arterin zedelenmesine neden olabilir. Arter veya venler bu bölgeye bir kemik kanaldan giriyorsa yaralanmaları daha kolay olur. Kanama duranın meningeal yaprağını kafatasının iç yüzünden ayırır. İntrakranial basınç artar ve büyüyen kan pıhtısı gyrus precentralis'teki motor alana lokal olarak bası yapar.

Kan dışa doğru kırık hattından geçerek musculus temporalis'in altında da bir şişlik oluşturabilir.

Kanamayı durdurmak için, kanayan arter veya ven ligatüre edilmeli veya tamponlanmalıdır. Operasyon için delik, kafatasında arcus zygomaticus'un ortasından 4 cm yukarda açılmalıdır.

Subdural Kanama

Subdural kanama, **vena cerebri superior**'ların sinus sagittalis superior'a girdikleri noktada yırtılmasıyla oluşur. Bu duruma genellikle başın ön veya arka tarafından bir darbe, kafatası içinde beyinin anteroposterior yönde sarsılması neden olur. Bu durum, akut veya kronik formlarda meydana gelebilir.

Epidural Ve Subdural Hematomların Bilgisayarlı Tomografi ile Görüntülenmesi

Bilgisayarlı tomografi görüntüleme yöntemi ile görülen bu iki durum da kan pıhtılarının farklı görünümü anatomik alanları ile ilgilidir (Şek. 15-12). Epidural kanamalarda kan beyine baskı yapan **lens görünümlü** yoğun bir birikinti oluşturarak duranın endosteal yaprağını (kafatasının periosteumu) meningeal yaprağa doğru iter ve orta hattaki yapılar karşı tarafa doğru yer değiştirir. Kan pıhtısının şekli duranın meningeal yaprağının periosteal yaprağına yapışması ile belirlenir.

Subdural kanamalı hastalarda kan, kafatasının iç yüzeyi boyunca önden arkaya uzanan yoğun kenarlı kısmı **hilal şeklinde** uzun bir yapı oluşturarak duranın meningeal yaprağı ile arachnoid arasındaki geniş potansiyel aralıkta toplanır. Bir büyük kanama ile beraber beyindeki oluklar yok olur ve orta hattaki yapılar karşı tarafa doğru yer değiştirir

Subaraknoid ve Serebral Kanamalar

Subaraknoid ve serebral kanamalar 484. sayfada açıklanmıştır.

Çocuklarda İntrakranial Kanama

İntrakranial kanama doğum esnasında ve başın aşırı moldingi sonucu oluşabilir. Kanama serebral venler veya venöz sinüslerde olabilir. Başın önden arkaya kompresyonu çoğunlukla tentorium cerebelli ile falx cerebelli'nin ön bağlantısını koparır. Kanama bundan dolayı vena cerebri magna, sinus rectus veya sinus sagittalis inferior'da oluşur.

Shaken-baby sendromu 23. sayfada açıklanmıştır.

Başağrısı

Beyinin kendisi ağrıya duyarlı değildir. Beynin dışındaki reseptörlerin stimulasyonundan dolayı başağrıları oluşur.

Meningeal Başağrıları

Dura mater, duysal sinirlerini nervus trigeminus ve ilk üç servikal spinal sinirden almaktadır. Tentoriumun üzerindeki dura, nervus trigeminus tarafından innerve edilir ve buraya bağlı başağrıları alın ve yüzde hissedilir. Tentoriumun altındaki dura ise servikal sinirler tarafından innerve edilir ve buradan kaynaklanan başağrıları baş ve boyunun arka kısmında hissedilir. **Meningitis** yada meninkslerin yangıları tüm başta ve boyunun arkasında şiddetli başağrılarına neden olur.

Serebral Tümörlerin Oluşturduğu Başağrıları

Büyüyen bir tümör ile artan intrakranial basınç, duranın irritasyonu ve gerilmesi sonucu şiddetli, sürekli ve progressif başağrısına neden olur. Tentoriumun üstünde yerleşik bir tümörün oluşturduğu ağrı başın ön tarafında, tentoriumun alt tarafında yerleşik bir tümörün oluşturduğu ağrı da başın arka tarafında hissedilmektedir.

Migren Başağrısı

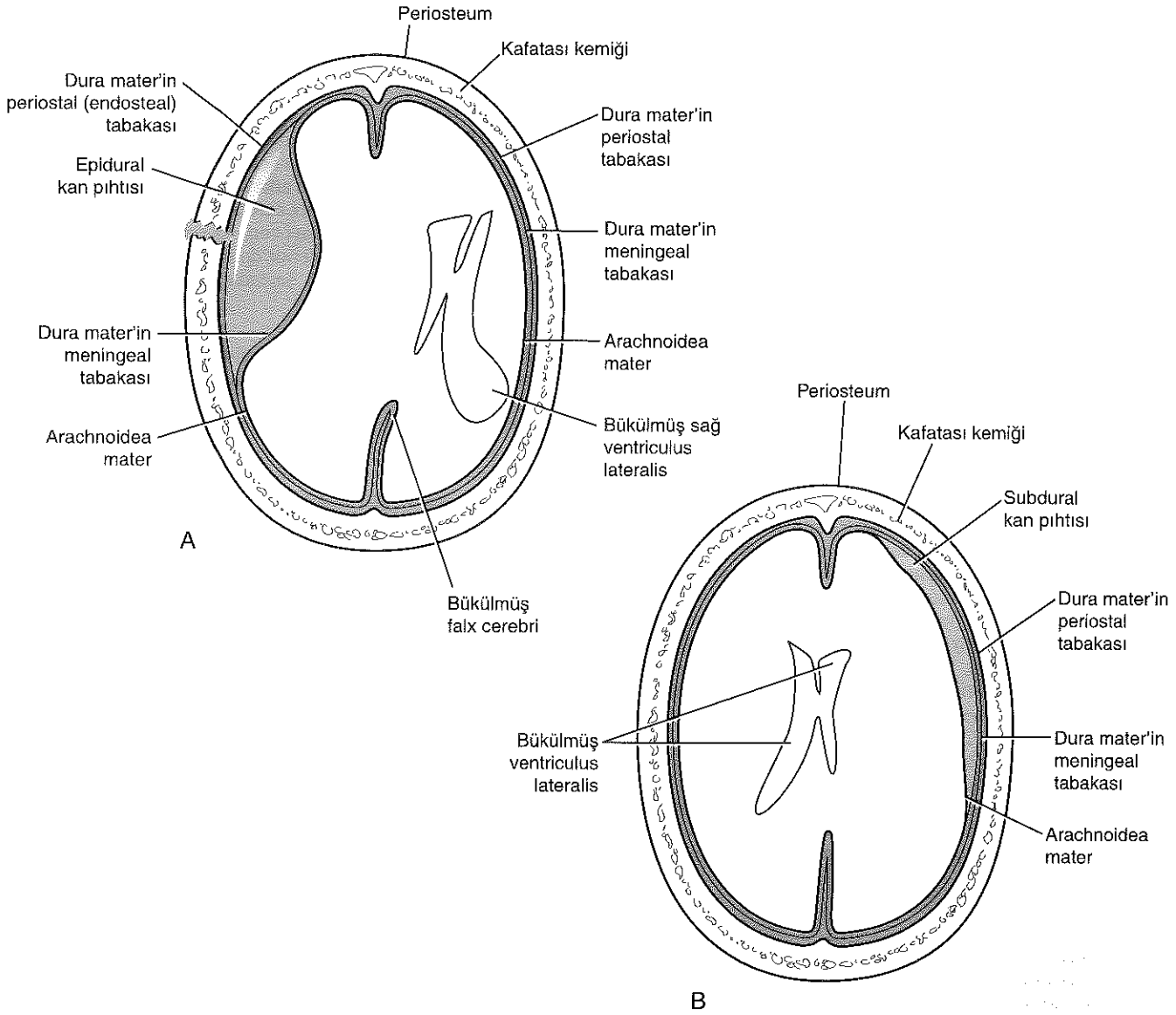
Bu yaygın bir baş ağrısı formudur. Bu form, unilateral veya bilateral olarak arada sırada tekrarlayan ve ilk belirti olarak vizual rahatsızlıklarla ortaya çıkar.Vizual korteksi besleyen serebral arterlerin sempatik vasokonstriksiyonu ilk belirti olarak vizual rahatsızlıklara neden olmaktadır. Baş ağrısı büyük oranda arteria carotis externa ve dallarının dilatasyonu ve gerilmesinden ortaya çıkar. Bu yüzden, bu hastalık hem intrakranial hem de ekstrakranial arterlerden ve nedeni bilinmeyen genetik, hormonal ve biyokimyasal faktörlerin etkileriyle başlayabilir. Beta blokerler, bazı hastalarda beyinin vasodilatasyonunu azaltarak, rahatlamayı sağlarlar.

Alkolik Başağrısı

Bu tip başağrısı, alkolün doğrudan meninksler üzerine toksik etkisinden dolayı ortaya çıkar.

Dişler, Paranazal Sinüsler ve Göz Hastalıklarının Neden Olduğu Başağrıları

Dental enfeksiyonlar ve sinüzitler yaygın başağrılarına neden olurlar. Ağrı, nervus trigeminus'un dalları boyunca alın ve yüzde hissedilir. Uzun süre göz bir noktaya fokuslandığında (küçük yazılar okunurken) gözün siliar kaslarının tonik spazmları ciddi orbital başağrılarına neden olabilir. Bu çoğunlukla presbyopia'sının düzeltilmesi için lense ihtiyacı olan kişilerde ortaya çıkar.



Şekil 15-12 Epidural ve subdural kanamanın şematik sunumu. **A:** Sol tarafta arteria meningea media veya vena meningea media'dan kaynaklanan epidural kanama. Hematom büyümüş ve duranın endosteal tabakası (kafatasının periosteum'u) ile duranın meningeal tabakası (gerçek dura, bundan dolayı epidural olarak adlandırılır) arasında oluşmuştur. **B:** Sağ tarafta serebral venlerin, sinus dura matris'e giriş yerlerinden kaynaklanan subdural kanama. Hematom hilal şeklinde olup duranın meningeal tabakası ile arachnoid (duranın altında) arasındaki aralıkta oluşmuştur.

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ

1. Otomobil kazalarında kafatası sınırları içinde bulunan hangi yapılar serebral hemisferlere ve beyinin diğer bölümlerine olan zararı kısıtlar? Hangi kan damarları genelde daha çok zarar görür, serebral arterler mi, yoksa serebral venler mi? Kafa yaralanmalarında kranial sinirlerin zarar görmesi mümkünmüdür? Eğer mümkünse, hangi kafa sinirleri genelde daha çok zarar görür ve bu kranial sinirlerdeki yaralanmaya artan yatkınlığın nedeni nedir?
2. Meninjiyomdan ölen bir hastada otopsi yapılırken, patolog bir grup öğrenciye bu tümörlerin arachnoidea mater'den kaynaklandığını açıklar. O, tümörlerin dura venöz sinüslerinin içine doğru ilerleyen willi arachnoideales'in duraya açılan deliklerinin olduğu bölgelerde oluştuğunu açıklar. Sonra öğrencilere meninjiyomları bulmayı umdukları yerleri sorar. Bu soruya nasıl cevap verebilirsiniz?
3. 10 yaşındaki bir kız, sağ gözünün medial şaşılığının cerrahi olarak düzeltmesi için hastaneye yatırıldı. Operasyonun başarıyla tamamlamasından 24 saat sonra, sağ göz küresinin aşırı derecede öne fırladığı (proptoz) ve sağ gözün konjunktivasının iltihaplandığı saptandı. Sulu, cerahatli bir akıntı göz kapağının altından sıkıp çıkarıldı. Oftalmolog, sinus cavernosus'un trombozu komplikasyonun oluşmasını istemediklerinden çokça endişeliydi. Sinus cavernosus'un trombozu ve gözün infeksiyonu arasındaki bağlantı nedir? Sinus cavernosus'un trombozu ciddi bir durum mudur?
4. 41 yaşındaki bir adamın muayenesinde, sol gözünün m.rectus lateralis'inin felci saptandı. Sol pupilla dilateydi; ancak ışığa hafif tepki göstermekteydi; alnının sol tarafındaki deride hafif duyu kaybı vardı. Bir karotid arteriogram, sinus cavernosus'ta yerleşik sağ arteria carotis interna'nın bir anevrizmasının olduğunu gösterdi. Anatomi bilginizi kullanarak, fizik muayenedeki klinik bulguları açıklayınız.
5. 45 yaşındaki bir kadında, oftalmoskopik muayenede, discus nervi optici'lerin her ikisinde ödem (*bilateral papilledema)* ve retinal venlerin tıkandığı saptandı. Bu durumun nedeni hızla büyüyen intrakranial bir tümör olarak bulundu. Anatomi bilginizi kullanarak, papilledema'yı açıklayın. Hasta niçin bilateral papilledama gösterir ?
6. Bir pediatrist, oyuncaklarıyla oynayan 6 yaşındaki bir erkek çocuğu izliyordu. Çocuk kollarını normal kullanıyordu, ancak bacakları bükülüydü ve yürürken, bacakları çapraza meyilli ve makasa benzer bir yürüyüşe sahipti. Doğum travmasına bağlı sekonder olarak bir serebral diplegia (1) tanısı konuldu. Galiba çocuk prematüre doğmuştu ve doğumu ayak ve kalça gelişi ile gerçekleşmişti. Anatomi bilginizi kullanarak, doğum esnasında fötal kafa kemiklerine ne olduğunu açıklayın. Doğumdaki muhtemel dural venöz sinuslerin hasarı nedendir ? Malprezantasyonlu prematüre bir bebekte muhtemelen daha çok oluşan hemoraji nedendir ?
7. 25 yaşında bir kadın, acil servise baygın (bilinçsiz) olarak getirildi. Yolu karşıdan karşıya geçerken bir araba tarafından başının bir tarafının çarpılmış olduğu görünüyordu. Bir saat içinde, bilinçsizlik durumu derinleşti. Muayenede, sağ temporal kas üzerinde büyük, hamura benzer bir şişlik saptandı. Sağ taraf hemiplejisi belirtileri görüldü. Sonra sağ taraf felç oldu ve pupilla dilatasyonu gelişti. Kafanın lateral radyografisinde sağ arteria meningea media'nın ön bölümünü çaprazlayan bir kırık çizgisi görüldü. Koma derinleşti ve kazadan 4 saat sonra öldü. Nöroanatomi bilginizi kullanarak, bu olgudaki tanınızı koyun. Klinik bulgularını açıklayın. Homolateral hemiplejinin nedenini nasıl açıklıyabilirsiniz?
8. 50 yaşında bir kadın, 3 gündür devam eden şiddetli bir baş ağrısı şikayetiyle doktoruna muayene oldu. Ateşi karıştırmak için eğilirken şöminenin rafına kafasını vurduktan yaklaşık 1 saat sonra şiddetli bir şekilde baş ağrısının başladığını söyledi. Kadın araştırılmak için hastaneye yatırıldı. 3 saat sonra, mental sorunlarının olduğu ve vücutta baş yaralanmasının olduğu tarafın karşı tarafında bir sağ taraf hemiplejisinin de geliştiği fark edildi. Derin refleksler artmıştı ve sağ tarafta Babinski pozitif idi. Lumbal ponksiyonla alınan serebrospinal sıvının tetkikinde, bir basınç artışı ve sıvıda kan görüldü. Radyografik tetkik, kafatasında kırık olmadığını gösterdi. Bir CT scan, subdural bir hematomun görüntüsünü açığa çıkardı. Subdural hematom tam olarak nedir ?

[1]Birçok otorite kongenital serebral diplegia'nın, viral bir enfeksiyonun serebral gelişmeyi durdurması sonucu fötal yaşamın erken dönemlerinde ortaya çıktığına inanmaktadır.

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMLERİNİN YANITLARI VE AÇIKLAMALARI

1. Meninksler ve beyin- omurilik sıvısı sınırlı bir dereceye kadar beyinin hassas yapısının korunmasını sağlar. Dura'ya ait bölümlerden özellikle falx cerebri ve tentorium cerebelli, kafatası içinde beynin hareket derecesini sınırlar.

   İnce duvarlı serebral venler, kafatasına bağlı aşırı beyin hareketleri sırasında zarar görmeye meyillidirler, özellikle dural venöz sinuslere katıldığı noktadaki venler.

   Özellikle küçük çaplı kranial sinirlerden uzun olanları kafatası yaralanmalarında zarar görmeye meyillidirler. N. trochlearis, n. abducens ve n.oculomotorius, genellikle hasar gören sinirlerdir.
2. Arachnoid villi'den kaynaklanan meningiomlar, dural venöz sinusler boyunca bulunurlar. Bu nedenle onlar daha yaygın olarak sinus sagittalis superior ve sinus sphenoparietalis boyunca görülürler. Seyrek olarak tentorium cerebelli'nin altında bulunurlar.
3. V. facialis, v.ophthalmica ve sinus cavernosus birbirleri ile direkt ilişkilidir. Burnun yanındaki yüz derisinin infeksiyonu, ethmoidal sinuzit ve orbita içindekilerin infeksiyonu, venlerin trombozuna ve sonunda sinus cavernosun trombozuna yol açabilir. Eğer antibiotikler kullanılmamışsa, sinus cavernosus beynin alt yüzünde birçok serebral veni drene ettiğinden bu durum öldürücü olabilir.
4. A.carotis interna, sinus cavernosus'un içinden sphenoid kemiğin cisminin lateral yüzünün önünden geçer. Arterin bir anevrizması n.abducens'e bası ve m.rectus lateralis'in felcine neden olabilir. Anevrizmanın daha geniş yayılımı, sinus cavernosus'un lateral duvarı içinde seyreden n.oculomotorius ve n.trigeminus'un oftalmik dalının kompressionuna neden olabilir. Bu hasta, sol m.rectus paralizi ve sol m.constrictor pupillae paralizisine sahiptir; bu da n.abducens ve n.oculomotorius'un etkilenmesi ile ilgili bir durumdur. Alnın sol tarafının üzerindeki derideki duyu azalması, sol n.trigeminum'un oftalmik kısmındaki baskıdan dolayıdır.
5. N. opticus'lar, pia mater, arachnoidea mater ve dura mater'den köken alan kılıflar ile sarılmıştır. Göz küresinin arkasında optik sinirin etrafında intrakranial subaraknoid aralığın bir uzantısı vardır. Bir intrakranial tümörden dolayı serebrospinal sıvı basıncındaki artış orbital boşluktaki subaraknoid aralığın genişleyerek retinal venlerin ince duvarlarına baskı yapacaktır. Retinal venlerde bu kan toplanması sonucu, gözlerin her ikisini içeren optik disklerin dışarı doğru çıkıntı yapmasına neden olur.
6. Doğumda, fötal başın doğum kanalında aşağı inişi sırasında, calvaria kemikleri üst üste gelerek molding olarak bilinen işlem oluşur . Eğer bu işlem aşırı veya çok hızlı olursa, malpresantationlardaki veya premature doğumlardaki gibi (küçük bir fötüsun hızlı doğumu) anormal gerilme falx cerebri'yi etkiler. Bu baskı sinus sagittalis superior'u etkiler, özellikle anteroposterior yöndeki aşırı kompresion sinus sagittalis superior'un, sinus transversus'la birleştiği yerde yırtılmasına neden olabilir. Vena cerebri magna da yırtılabilir. Sonuçta beyin hasarı ile birlikte subaraknoid veya subdural hemoraji oluşur.
7. İlk bilinç kaybı, çarpma veya serebral travmadan dolayıdır. Sağ m.temporalisin üzerindeki hamur şeklindeki şişlik ve sağ a.meningea media'nın üzerindeki kırığın radyografik bulgusu, yumuşak doku ve kas üzerindeki arterin hemorajisinden dolayıdır. Bu hasta bir ekstradual hemorajiye sahiptir. Sağ homolateral hemipleji, tentorium cerebelli'nin kenarına karşı sol pedinculus cerebri'nin kompresyonundan dolayıdır. Bu nadirdir. Sağ gyrus precentralis'teki bası nedeniyle oluşan sol hemipleji daha yaygındır. Sağ tarafta, sabit, dilate olmuş pupilla, tentorial çentikten fıtıklaşmış gyrus hippocampus tarafından sağ n.oculomotonius'a yapılan basıdan dolayıdır.
8. Subdural hematom, dura ve arachnoidea mater'in meningeal tabakaları arasındaki aralıkta kan pıhtısının toplanmasıdır. Vena cerebri superior'un sinus sagittalis superior'a giriş noktasında yırtılmasıyla ortaya çıkar. Nedeni genellikle kafatası içinde beynin anteroposterior yönde yerini değiştirmesine neden olan başa ön veya arkadan gelen darbelerdir. Bir subdural hematom, karşı taraftaki serebral yapıların yerinin değişmesi, serebral fissurların silinmiş olması ve kanın yoğun bir halka şeklinde kafatası kemiklerinin iç yüzünde toplanmasından dolayı CT ile kolayca teşhis edilir.

ÇALIŞMA SORULARI

Açıklama: Bu bölümde sayılarla belirtilen soruları, harfli yanıtları izlemektedir. Harflendirilmiş yanıtlardan bir tanesi doğrudur, doğru olanı seçiniz.

1. Aşağıdaki ifadeler beyin zarları ile ilgilidir;
   (a) Beyni saran dura mater'in her iki tabakası, medulla spinalis'i saran dura ile foramen magnum aracılığıyla devam eder.
   (b) Dura mater'in periosteal tabakası, kafatasının sutural ligamentleri ile devam etmez.
   (c) Kafatasındaki bir delikten geçen her bir kranial sinir, yalnız arachnoidea mater'in tubuler bir kılıfı ile sarılıdır.
   (d) Kranial venöz sinüsleri, dura mater'in meningeal ve endosteal tabakaları arasında uzanır.
   (e) Meninx'ler, önde optik kanalın içine doğru uzanırlar ve göz küresinin periosteumuna yapışırlar.
2. Aşağıdaki ifadeler meninkslerle ile ilgilidir;
   (a) Cisterna cerebellomedullaris lenf içerir ve 4. ventrikülün tavanı ile cerebellum'un alt yüzü arasında uzanır.
   (b) Arachnoidea mater, serebrospinal sıvı için geçirgendir.
   (c) Villi arachnoidales'lerdeki serebrospinal sıvı, endothelial hücrelerle döşenmiş küçük tubuller aracılığıyla venöz sinüslere drene olabilir.
   (d) Medulla spinalis'i çevreleyen arachnoidea mater, aşağıda 1. sacral vertebranın alt kenarı seviyesinde filum teminale'de sonlanır.
   (e) Vertebral kanalın duvarı ve medulla spialisin dural kılıfını ayıran ekstradural aralık, plexus venosus vertebralis externus'u içerir.
3. Aşağıdaki ifadeler tentorium cerebelli ile ilgilidir;
   (a) Serbest kenar, önde processus clinoideus posterior'a tutunur.
   (b) Dura mater'in meningeal tabakasından oluşur.
   (c) Cerebellum'u beynin temporal loblarından ayırır.
   (d) Sinus sigmoideus, tentorium cerebelli'nin occipital kemiğe tutunan kenarının içinde uzanır.
   (e) Ön kenarında, sinus occipitalis vardır.
4. Aşağıdaki ifadeler başağrısı ile ilgilidir;
   (a) Beyin dokusu ağrıya duyarsızdır.
   (b) Intra kranial ağrı, pia mater'de yerleşmiş reseptörlerden kaynaklanır.
   (c) Fossa cranii posterior'da yerleşik büyümüş bir serebral tümör, yüzde ağrı hissedilmesine neden olabilir.
   (d) Migren başağrısının serebral venlerin genişlemesinden dolayı olabileceğine inanılır.
   (e) Presbiyopi ile ilişkili başağrıları, alındaki frontal kasların tonik spazmıdan dolayıdır.
5. Aşağıdaki ifadeler subarachnoid aralık ile ilgilidir;
   (a) Serebrospinal sıvı ile doludur.
   (b) Aşağıda 4. sakral vertebraya kadar uzanır.
   (c) Serebral arter ve venler subarakhnoid aralıkta bulunmaz.
   (d) Kranial sinirler, dura mater'den kaynaklanan kılıflarla subarakhnoid aralığın dışına uzanırlar.
   (e) Villi arachnoidales, subarakhnoid aralığın büyük dış keseleri olarak venöz sinüslerin içine uzanır.
6. Aşağıdaki ifadeler sinus cavernosus ile ilgilidir;
   (a) İçinden a. carotis externa geçer.
   (b) Medial duvarda n.oculomotorius, n.trochlearis ve n.trigeminus'un ophthalmik dalı bulunur.
   (c) Arka tarafta, direkt olarak sinus rectus'a drene olur.
   (d) Vena facialis'le birleşmez.
   (e) Medialde sinus sphenoidalis ve gl. pituitaria ile komşudur.
7. Aşağıdaki ifadeler kafatası içindeki beynin rotator hareketlerini sınırlayan yapılar ile ilgilidir;
   (a) Tentorium cerebelli
   (b) Diaphragma sellae
   (c) Falx cerebri
   (d) Dorsum sellae
   (e) Temporal kemiğin pars squamosus'u
8. Aşağıdaki sinirler dura mater'in duyusal sinirleridir;
   (a) Nervus oculomotorius
   (b) Nervus trochlearis
   (c) 6. servikal spinal sinir
   (d) Nervus trigeminus
   (e) Nervus hypoglossus

ÇALIŞMA SORULARININ YANITLARI VE AÇIKLAMALARI

1. **D Doğrudur.** Kranial venöz sinüsler,dura mater'in meningeal ve endosteal tabakaları arasında uzanır. (Bakınız Şekil 15-3). **A.** Beyni saran dura'nın periosteal (endosteal) tabakası, kafatasının dışındaki periosteum ile foramen magnum aracılığıyla devam eder; ancak beyni saran dura'nın meningeal tabakası medulla spinalis'i saran dura ile foramen magnum aracılığıyla devam eder. (Bakınız Şekil 15-3). **B.**Dura'nın periosteal tabakası, kafatasının sutural ligamentleri ile devam eder (Bakınız Sayfa 428). **C.** Kafatasındaki bir delikten geçen her bir kranial sinir, dura mater, arachnoid ve pia'nın tubuler bir kılıfı ile sarılıdır (Bakınız Şekil 15-2). **E.** Kafatasındaki meninxler, önde optik kanalın içine doğru uzanırlar ve göz küresinin sclera'sına yapışırlar (Bakınız Şekil 15-8).
2. **C Doğrudur.** Villi arachnoidales'teki serebrospinal sıvı, endotelial hücrelerle döşenmiş küçük tübüller aracılığıyla venöz sinüslere drene olabilir (Bakınız Şekil 16-18). **A.** Cisterna cerebellomedullaris, serebrospinal sıvı ile doludur ve 4. ventrikülün tavanı ile cerebellum'un alt yüzü arasında uzanır (Bakınız Sayfa 435). **B.** Arachnoidea mater, serebrospinal sıvı için geçirgen değildir. **D.** Medulla spinalis'i çevreleyen arachnoidea mater, aşağıda 2.sakral vertebra'nın alt kenarı seviyesinde filum terminale'de sonlanır (Bakınız Şekil 15-9). **E.** Gevşek areoler doku ile dolu olan vertebral kanalın duvarı ve medulla spinalis'in dural kılıfını ayıran ekstradural aralık, plexus venosus vertebralis internus'u içerir (Bakınız Şekil 1-3).
3. **B Doğrudur.** Tentorium cerebelli, dura mater'in meningeal tabakasından oluşur (Bakınız Şekil 15-3). **A.** Tentorium cerebelli'nin serbest kenarı önde sphenoid kemiğin proc.clinoideus arterior'una tutunur (Bakınız Sayfa 428). **C.** Tentorium cerebelli, cerebellum'u beynin occipital lobundan ayırır (Bakınız Sayfa 428). **D.** Sinus sigmoideus, tentorium cerebelli'nin serbest kenarının içinde uzanmaz (Bakınız Sayfa 433). **E.** Tentorium cerebelli'nin ön kenarında, tentorial çentik vardır (Bakınız Şekil 15-4).
4. **A Doğrudur.** Beynin dokusu ağrıya duyarsızdır (Bakınız Sayfa 439). B. intrakranial ağrı, dura mater'de yerleşmiş reseptörlerden kaynaklanır (Bakınız Sayfa 439). C. Fossa cranii posterior'da yerleşik büyümüş bir serebral tümör, boynun arkasında ağrı hissedilmesine neden olabilir (Bakınız Sayfa 439). D. Migren başağrısının a.carotis externa'nın dalları ve serebral arterlerin genişlemesinden dolayı olabileceğine inanılır (Bakınız Sayfa 439). E. Presbiyopi ile ilişkili başağrıları, gözün silier kaslarının tonik spazmından dolayıdır.
5. **A Doğrudur.** Subarachnoid aralık serebrospinal sıvı ile doludur (Bakınız Sayfa 435). B. Subarakhnoid aralık, aşağıda 2. sakral vertebra'ya kadar uzanır (Bakınız Şekil 15-9). C. Subaraknoid aralık, serebral arter ve venleri içerir (Bakınız Sayfa 435). D. Kranial sinirler, subaraknoid aralığın içinde uzanırlar (Bakınız Sayfa 435). E. Villi arachnoidales, subaraknoid aralığın, çok ufak dış keseleri olarak venöz sinüsler içine uzanır (Bakınız Sayfa 460).
6. **E Doğrudur.** Medialde sinus sphenoidalis ve gl. pituataria ile komşudur (Bakınız Şekil 15-6). A. sinus cavernosus'un içinden a.coratis interna ve n. abducens geçer (Bakınız Şekil 15-6). B. Sinus cavernosus'un lateral duvarında nervus oculomotorius, nervus trochlearis ve nervus trigeminus'un oftalmik dalı bulunur (Bakınız Şekil 15-6). C. Sinus cavernosus arka tarafta sinus petrosus superior ve inferior'a drene olur (Bakınız Şekil 15-1). D. Sinus cavenosus, vena facialis ile vena ophthalmica superior yoluyla önde önemli bir klinik anastomoza sahiptir (Bakınız Sayfa 434).
7. **C Doğrudur.** Falx cerebri, kafatası içindeki beynin rotator haraketlerini sınırlar (Bakınız Sayfa 438).
8. **D Doğrudur.** Nervus trigmenius, kafatasındaki duramater'in önemli bir duyusal siniridir (Bakınız Sayfa 439).

EK OKUMALAR

Clifton, G. L. *Hypothermia in Acute Brain Injury.* Newsletter (vol. 7, no. 2), The Neuroscience Research Center, The University of Texas-Houston Health Science Center, 2000.

Dalessio, D. J., and Silberstein, S. D. *Wolff's Headache and Other Head Pain* (6th ed.). New York: Oxford University Press, 1993.

Durand, M. L., Calderwood, S. B., Weber, D. J., Miller, S. I., Southwick, F. S., Caviness, V. S., Jr., et al. Acute bacterial meningitis in adults. *N. Engl. J. Med.* 328:21, 1993.

Goetz, C. G. *Textbook of Clinical Neurology* (2nd ed.). Philadelphia: Saunders, 2003.

Lance, J. W. *The Mechanism and Management of Headache* (5th ed.). London: Butterworth, 1993.

Livingston, D. H., Lavery, R. F., Mosenthal, A. C., Knudson, M. M., Lee, S., Morabito, D., et al. Recovery at one year following isolated traumatic brain injury: A Western Trauma Association prospective multicenter trial. *J. Trauma* 59:1298, 2005.

Okie, S. Traumatic brain injury in the war zone. *N. Engl. J. Med.* 352:20, 2005.

Rowland, L. P. *Merritt's Neurology* (10th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2000.

Snell, R. S. *Clinical Anatomy by Regions* (8th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008.

Snell, R. S. *Clinical Anatomy by Systems.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2007.

Snell, R. S., and Smith, M. S. *Clinical Anatomy for Emergency Medicine.* St. Louis: Mosby, 1993.

Standring, S. (ed.). *Gray's Anatomy* (39th Br. ed.). London: Elsevier Churchill Livingstone, 2005.

Welch, K. M. A. The therapeutics of migraine. *Curr. Opin. Neurol. Neurosurg.* 6:264, 1993.

BÖLÜM 16

Çeviri: Dr. Safiye ÇAVDAR

VENTRİKÜL SİSTEMİ, SEREBROSPİNAL SIVI, KAN-BEYİN BARİYERİ VE KAN-SEREBROSPİNAL SIVI BARİYERİ

Yirmi altı yaşındaki genç bayan, geçirdiği trafik kazası sonucu acil servise getirildi. Arabada bulunan annesi doktora, kazadaki, öne fırlama anında kızının başının direksiyona çarptığını ifade etti.

Muayene esnasında, hasta bilinçsizdi ve kafasının sol tarafında ciddi bir travma olduğu konusunda önemli ip uçları mevcuttu. Detaylı fiziksel muayene sonrasında doktor lumbal ponksiyon yapılmasına karar verdi. Beyin omurilik sıvısı (BOS) basıncı 160 mm su olarak ölçüldü. BOS'dan iki örnek alındı. Her iki BOS örneğinde de, tüpün alt kısmında kırmızı kan hücreleri görülürken süpernatant sıvı da kan boyalıydı. Bir saat bekletildikten sonra ise, her iki tüpteki süpernatant sıvıda renksiz hale geldi.

Doktor, kafa travmasına ikincil olarak subaraknoid kanama oluştuğu tanısını koydu. Kan, şiddetli kafa fraktürü nedeniyle beyin damarlarından birinde oluşan bir yırtılmadan kaynaklanmış olabileceği gibi, beyni örten zarlardaki yırtılmalardan da kaynaklanmış olabilirdi. Hekim BOS'daki kanın kaynağının, ponksion sırasındaki vertebral venlerden kaynaklanmadığı konusunda rahattı. Bu olasılığı BOS'dan iki örnek alarak bertaraf etmişti.

Ponksiyon sırasında lokal venlerden bir tanesine iğne ile girilmiş olsaydı ilk örnek kan ile boyanırken, ikinci örnek büyük olasılıkla berrak olurdu. Bu hastada, her iki örnekde kan ile boyanmıştı. Bu sebeple hastadaki kan subaraknoid aralıkta idi.

Acilde bu hastaya müdahale edilmesi ve lumbal ponksiyon örneğinin değerlendirilmesi serebrospinal sıvı sisteminin bilinmesine, lumbal ponksiyon işleminin yapılabilmesi de konunun anatomisinin bilinmesinine bağlıdır.

BÖLÜM AMAÇLARI

- Beyin omrilik sıvısının yerleşimi, fonksiyonu, nereden kaynaklandığı ve nereye döküldüğünün öğrenilmesi
- Kan-beyin ve kan-serebrospinal sıvı bariyerinin yapısı ve görevlerinin anlaşılması
- Bazı beyin bölgelerinin potansiyel olarak toksik olan ilaçlardan ve diğer dış kaynaklı maddelerden nasıl korunduğunun öğrenilmesi

Ventrikül Sistemi

Beyin içersinde sıvı ile dolu boşluklardır; 2 adet lateral ventrikül, üçüncü ve dördüncü ventriküllerden oluşur (Şek. 16-1; Bak atlas şekil 3, 4, 7 ve 8). İki **lateral ventrikül,** foramen **interventriculare'ler** (foramen Monro) ile **üçüncü ventriküle** bağlantılıdır. Üçüncü ventrikülde **dördüncü ventriküle** dar bir kanal olan **aqueductus cerebri (aqueductus Sylvius)** ile bağlantılıdır. Dördüncü ventrikül, medulla spinalis'in dar **canalis centralis**'i ve tavanında bulunan 3 foramen yoluyla subaraknoid aralığa bağlanır. Canalis centralis'in alt ucunda **ventriculus terminalis** olarak adlandırılan bir genişleme vardır (Şek. 16-1).

Ventriküller, **ependim** ile döşeli olup, BOS ile doludur. Embriyolojik olarak ventriküller nöral tüp boşluğundan gelişirler.

Lateral Ventriküller (Ventriculi Laterales)

Her bir hemisferde bir tane olmak üzere 2 adet lateral ventrikül bulunmaktadır (Şek. 16-2). Lateral ventrikül'ler **C** harfi şeklinde bir boşluk olup; **pars centralis'leri** parietal lob içersinde yer alır, **anterior, posterior** ve **inferior cornu**'ları ise sırasıyla frontal, occipital ve temporal loblarda yer alır. Lateral ventrikül boşluğu **foramen interventrikülare** yoluyla üçüncü ventrikül ile bağlantılıdır (Şek. 16-2 ve 16-4). Lateral vetrikülün ön kısmının medial duvarında yer alan bu foramen, önde columna fornix ve arkada thalamus'un ön ucu arasında yer alır.

Lateral ventrikülün pars centralis (corpus)'i önde foramen interventriculare'den arkada talamus'un arka ucuna kadar uzanır. Burada cornu inferior ve cornu posterior ile devam eder. Lateral ventrikülün corpus'unun tavanı, tabanı ve medial duvarı bulunmaktadır (Şek. 16-5).

Tavanı corpus callosum'un alt yüzü tarafından oluşturur (Şek. 16-5). Tabanı nukleus caudatus'un corpus'u ve talamus'un lateral kenarı tarafından oluşur. Talamus'un üst yüzeyinin medial kısmı **fornix'in corpus'u** tarafından kapatılmıştır.

Lateral ventrikül'ün **plexus choroideus'u**, fornix'in corpus'u ile talamus'un üst yüzeyi arasındaki yarık şeklindeki açıklıktan ve ventrikül'ün corpus kısmından girer. Yarık şeklindeki açıklığa **choroidal fissura** adı verilir ve içinden geçen pleksus'un kan damarları, tela choroidea'nın pia mater'ine ve lateral ventrikül'ün ependimine girerler. **Medial duvarı** önde **septum pellucidum** meydana getirir, arkada ise tavan ve tabanı medial duvar üzerinde biraraya gelir (Şek. 16-5).

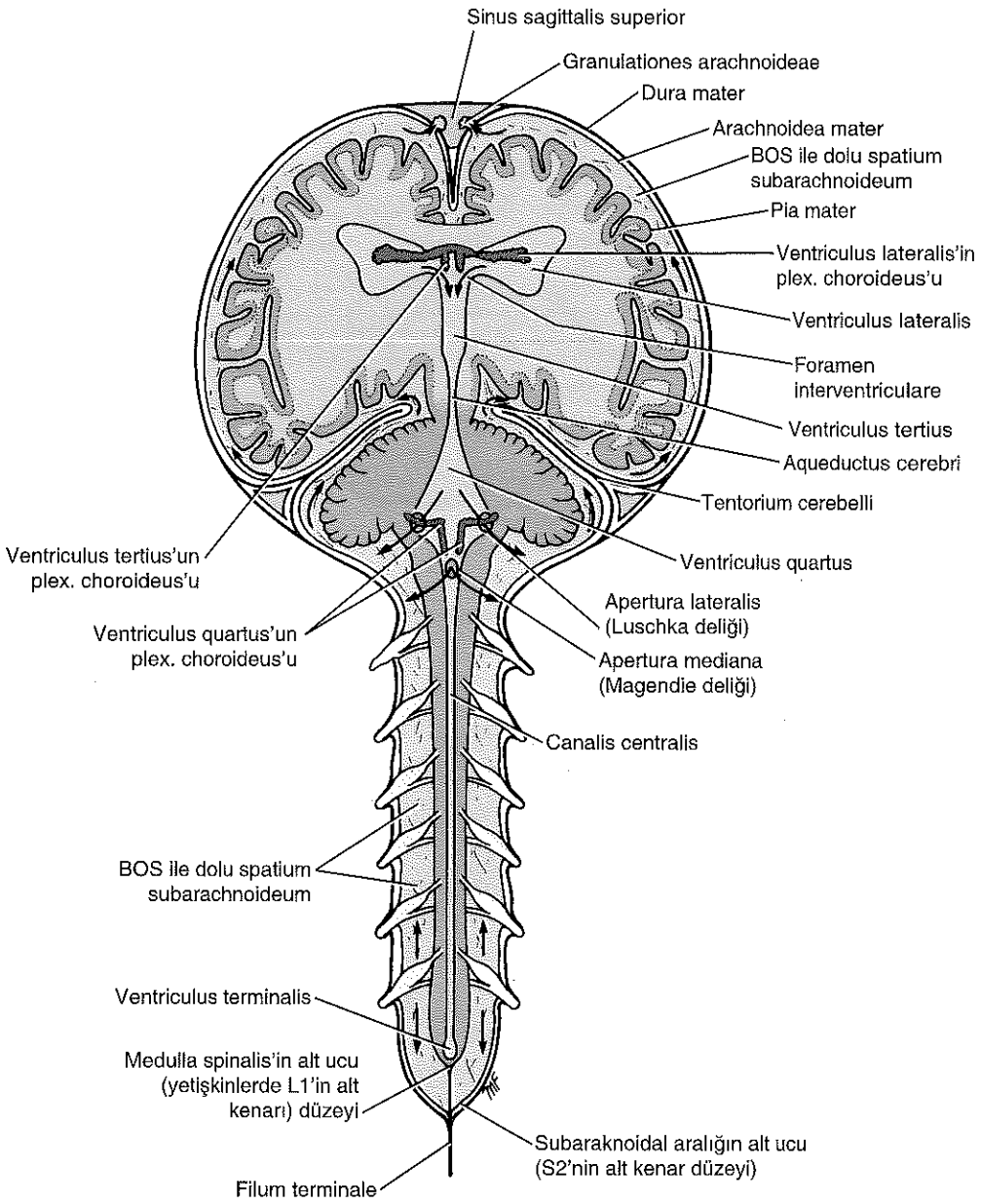
Lateral ventrikül'ün cornu anterius'u öne doğru frontal loba uzanır (Şek. 16-2 ve 16-3). Foramen interventriculare'den sonra arkaya doğru ventrikül'ün pars centralis'i olarak devam eder. Cornu anterius'un tavanı, tabanı ve medial duvarı bulunmaktadır. **Tavanı, corpus callosum'un** alt yüzünün ön kısmı tarafından oluşmaktadır. Corpus callosum'un genu'su cornu anterior'un ön sınırını oluşturur (Şek. 16-5). **Tabanı nukleus caudatus'un** yuvarlak baş kısmı ve medial'de küçük bir kısmı ise **corpus callosum'un rostrum'un** üst yüzeyi tarafından oluşturulur. **Medial duvarı, septum pellucidum** ve **columna fornix anterior** tarafından oluşturulur (Şek. 16-5).

Lateral ventrikül'ün cornu posterius'u arkaya doğru occipital loba uzanır (Şek. 16-2 ve 16-3). **Tabanı** ve **lateral duvarı corpus callosum'un tapetum** lifleri oluşturur. Tapetum'un lateralinde **tractus opticus'un** lifleri yer alır (Şek. 16-5). Cornu posterius'un **medial duvarında** 2 adet çıkıntı yer alır. Üstteki çıkıntı corpus callosum'un splenial lifleri tarafından oluşturulur ve **forceps major** ismi verilir. Bu lifler arkaya occipital loba uzanır. Bu üstteki çıkıntıya **bulbus cornu posterior** ismi verilir. Alttaki çıkıntı **sulcus calcarinus** tarafından oluşturulmuştur ve **calcar avis** adı verilir (Şek. 16-5).

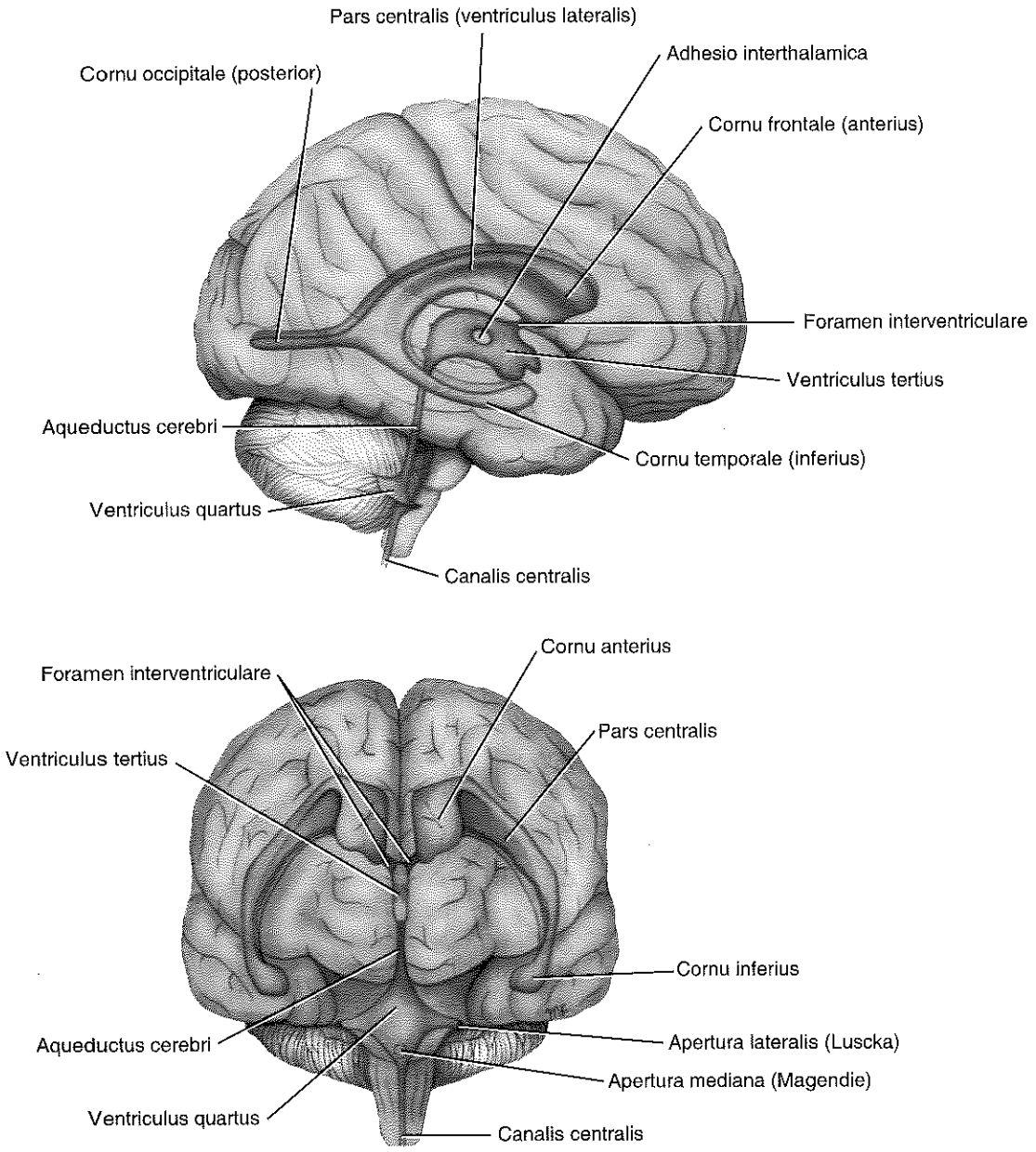
Lateral ventrikül'ün cornu inferius'u öne temporal loba uzanır (Şek. 16-2 ve 16-3). Cornu inferius'un tabanı ve tavanı bulunmaktadır (Şekil. 16-5).

Tavanı, corpus callosum'un tapetum kısmının alt yüzeyi ve **nukleus caudatus'un caudal kısmı** tarafından oluşturulur (Şek. 9-5). Cornu inferius öne doğru uzanır ve **amygdala nukleus'da** sonlanır. Caudat nukleus'un caudal kısmının medialinde, önde amygdala nukleus'unda sonlanır **stria terminalis** yer alır.

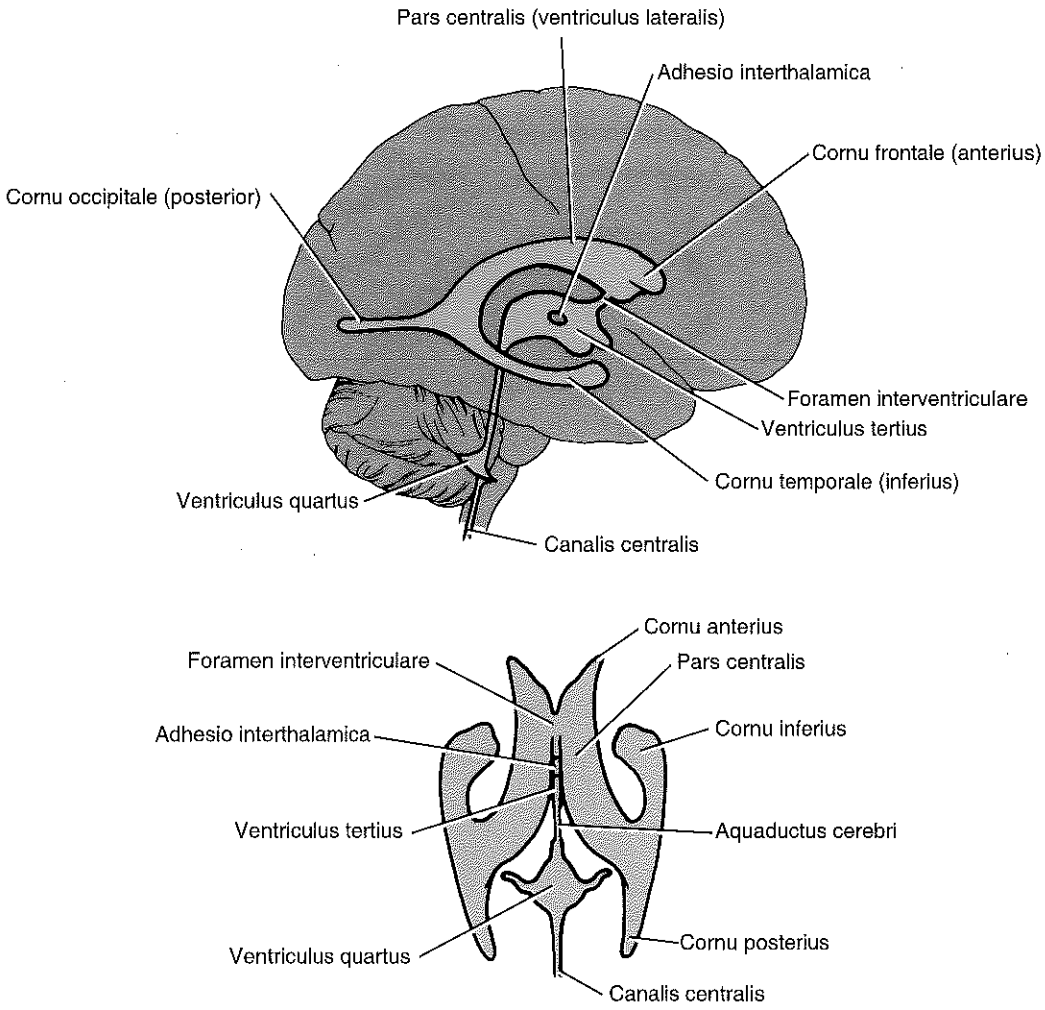
Tabanı, lateral'de **eminentia collateralis**, medial'de hippocampus oluşturur (Şek. 9-3 ve 9-4). Hippocampus'un ön ucu **pes hippocampi'yi** oluşturmak üzere hafif genişler ve yayvanlaşır. Hippocampus gri cevherden oluşmuştur; ancak ventrikül yüzeyine bakan hippocampus ince tabakadan oluşan **alveus** adı verilen beyaz cevherden oluşur. Alveus hippocampus hücrelerinden çıkan aksonlarından oluşur. Bu aksonlar hippocampus'un medial kenarında bir araya gelir ve demet oluşturur, buna **fimbria** adı verilir. Hippocampus'un fimbriası arkaya doğru **columna fornicis posterior** olarak devam eder. Stria terminalis ve fimbria arasında **fis-**



Şekil 16-1 Serebrospinal sıvının kaynağı ve dolanımı.



Şekil 16-2 Beyin ventriküler boşluklarının bir modelinin görünüşü. **A:** Lateral görünüm, **B:** Önden görünüm, **C:** Üsten görünüm.



Şekil 16-3 Beynin ventriküler boşlukları. **A:** Lateral görünüm, **B:** Üstten görünüm.

sura choroidea'nın temporal kısmı yer alır. Burada lateral ventrikül'ün **plexus choroideus'un** alt kısmı ependim içine medial'den girer ve fissura'yı kapatır (Şek. 16-8B).

Lateral Ventrikül'ün Plexsus Choroideus'u

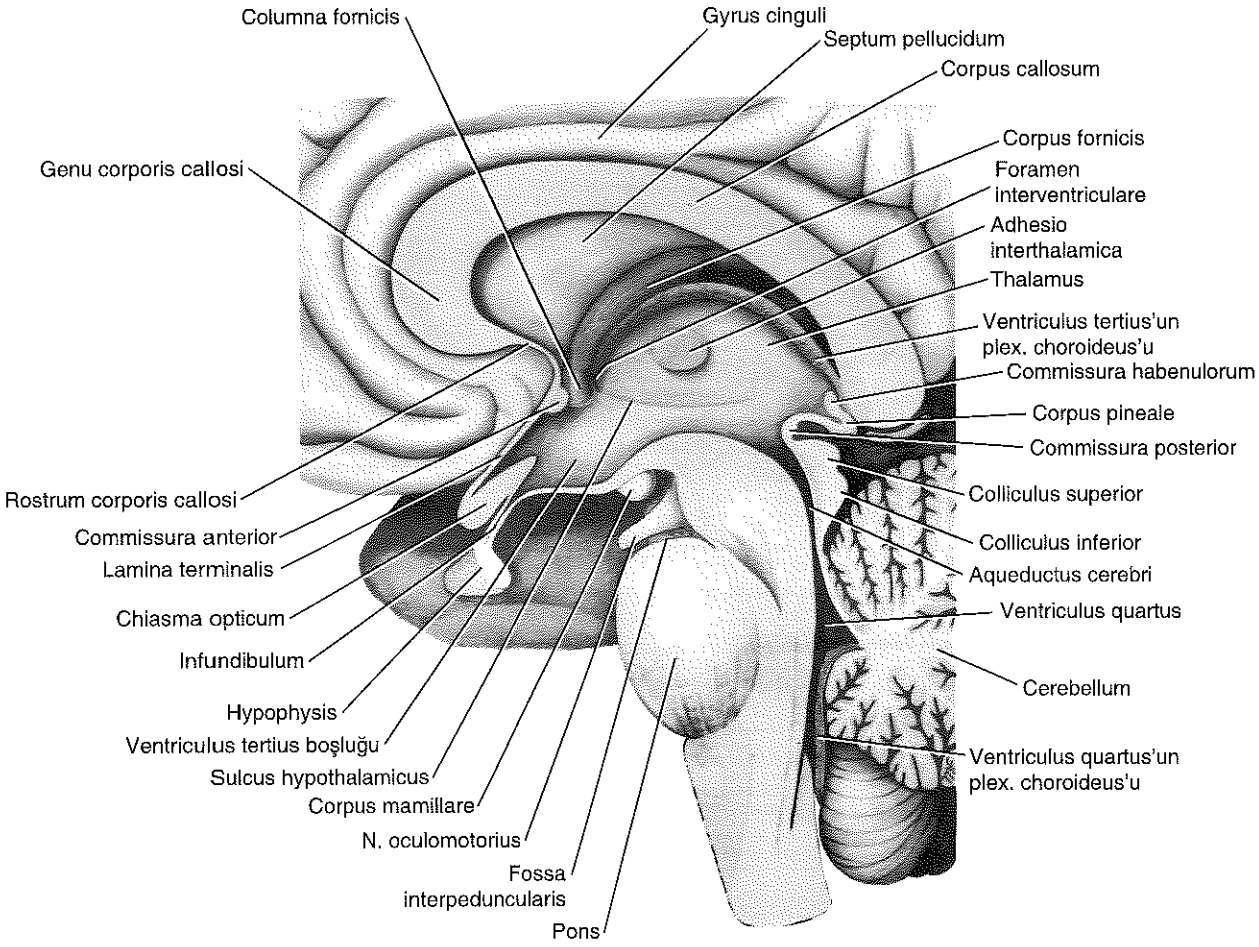
Plexus choroideus ventrikül içerisine medial yüzünden girer ve damarlı kahkül şeklinde olup; ventrikül boşluğunun ependimi ile sarılı pia mater oluşumudur (Şek. 16-6). Plexus choroideus aslında tela choroidea'nın düzensiz lateral kenarı olup, iki tabakalı pia'dan oluşur ve yukarıda fornix ve talamus'un üst yüzeyine oturmuştur (Şek. 16-8). Lateral ventrikül'ün pars centralis'i ile cornu inferius'un birleştiği yerde plexus choroideus cornu inferius içine devam eder ve fissura choroidea boyunca uzanır. Plexus chorodeus'un görevi beyin omurilik sıvısı üretmektir.

Üçüncü Ventrikül (Ventriculus Tertius)

Üçüncü ventrikül yarık şeklinde olup iki talamus arasında yer alır. Önde lateral ventrikül ile foramen interventriculare (foramen Monro), arkada aqueductus cerebri (aqueductus Sylvius) yolu ile bağlantılıdır (Şek. 16-4). Üçüncü ventrikül'ün duvarları sayfa 257 de tarif edilmiştir.

Üçüncü Ventrikül'ün Plexus Choroideus'u

Plexus choroideus ventrikül'ün tavanındaki tela choroidea'dan oluşur (Şek. 16-6). Orta hattın iki yanından aşağıya doğru ventrikül'ün ependimal tavanına sokularak



Şekil 16-4 Ventriculus quartus, ventriculus tertius ve aqueductus cerebri'nin görüldüğü beynin sagittal kesiti.

uzanır. Üçüncü ventrikülün tavanında iki vasküler kahkül şeklinde uzanır, bunlar üçüncü ventrikül'ün choroid plexus'unu oluşturur. Plexus chorodeus'un görevi beyin omrilik sıvısı üretmektir.

Tela choroidea'nın beslenmesi ve bu nedenle de lateral ve üçüncü ventriküllerin plexus choroideus'ları **a. carotis interna ve a. basilaris'in choroidal dalları** ile gerçekleşir. Venöz drenajı ise v. cerebri interna'ya olur ki bunlarda birleşerek v. cerebri magna'yı oluşturur. V. cerebri magna, sinüs sagittalis inferior ile birleşerek sinus rectus'u meydana getirir.

Aqueductus Cerebri (Sylvius Kanalı)

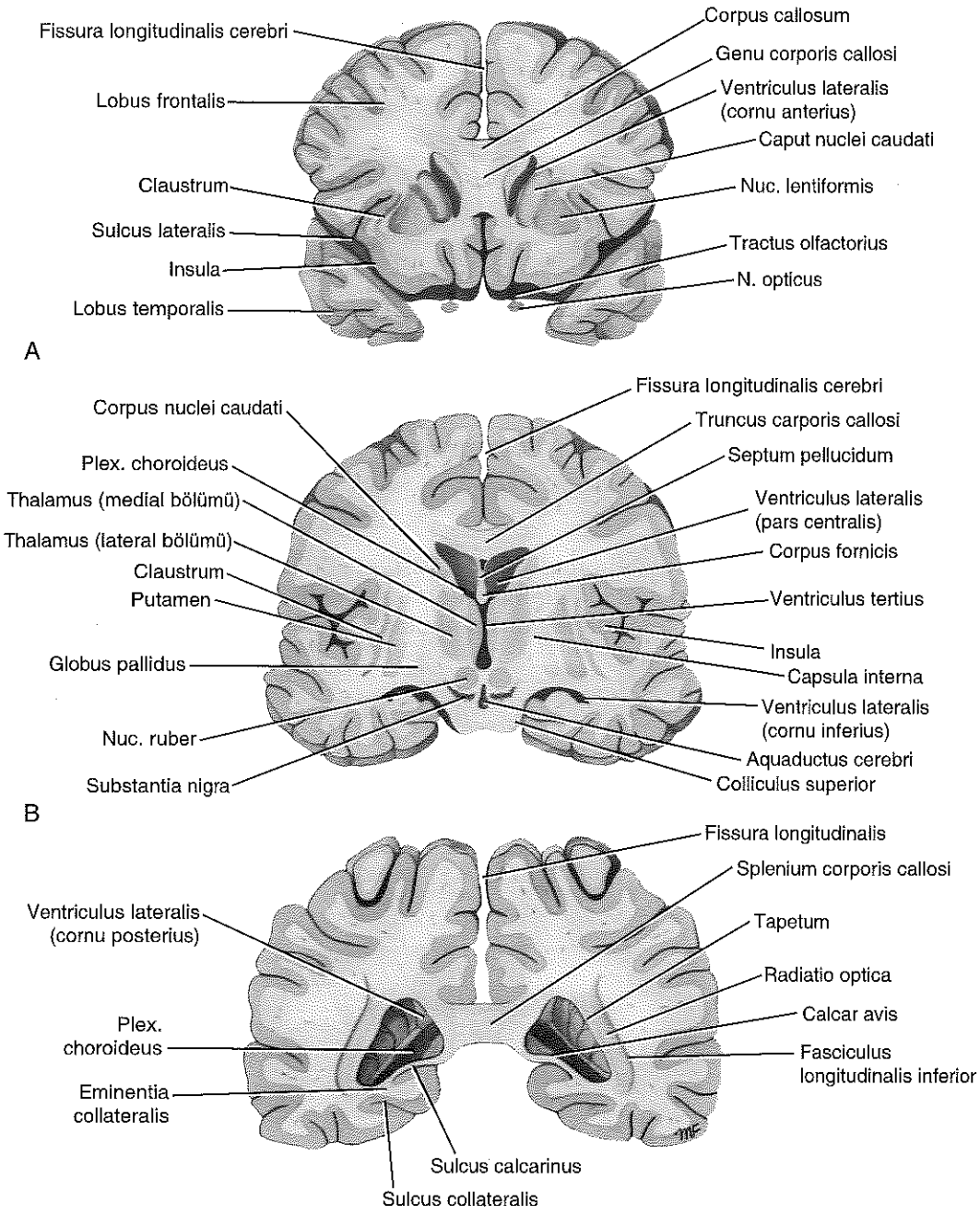
Aqueductus cerebri, 1.8 cm uzunluğunda dar bir kanal olup üçüncü ventrikül'ü dördüncü ventriküle bağlar (Şek. 16-2 ve 16-3). Bu kanalın içi ependim hücreleri ile döşenmiştir ve **substantia grisea centralis** adı verilen gri madde tabakası ile çevrelenmiştir. BOS'un akım yönü üçüncü ventrikülden dördüncü ventriküle doğrudur. Aqueductus cerebri'de plexus choroideus bulunmaz.

Dördüncü Ventrikül (Ventriculus Quartus)

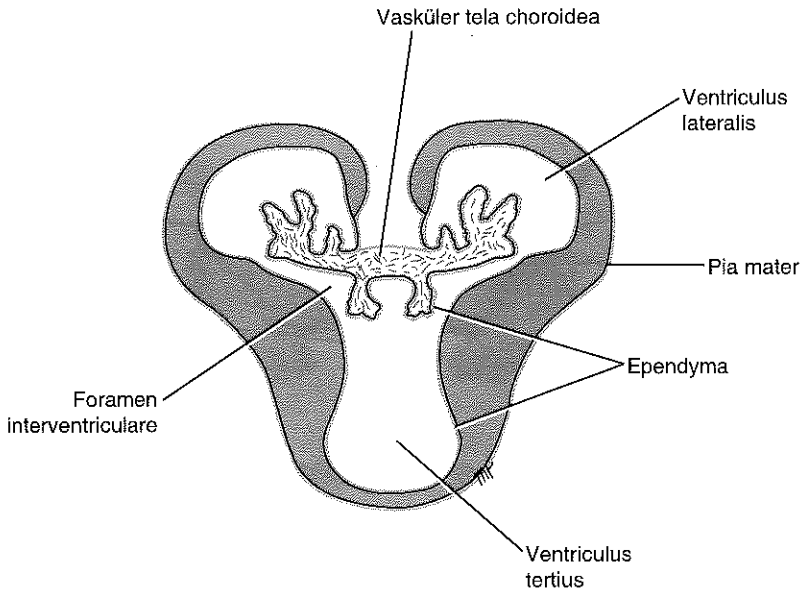
Dördüncü ventrikül, tente şeklinde bir boşluk olup beyin omurilik sıvısı ile doludur. Cerebellum'un önünde ve medulla oblongata'nın üst yarısı ile pons'un arkasında yer alır (Şek. 16-4, 16-7 ve 16-9). Ependim hücreleri ile örtülüdür, yukarıda aqueductus cerebri, aşağıda ise medulla oblongata ve medulla spinalis'in canalis centralis'i ile devam eder (Şek. 16-3). Dördüncü ventrikül'ün baklava şekilde bir tabanı, bir çatısı (tavan) ve lateral duvarları vardır.

Lateral Sınırları

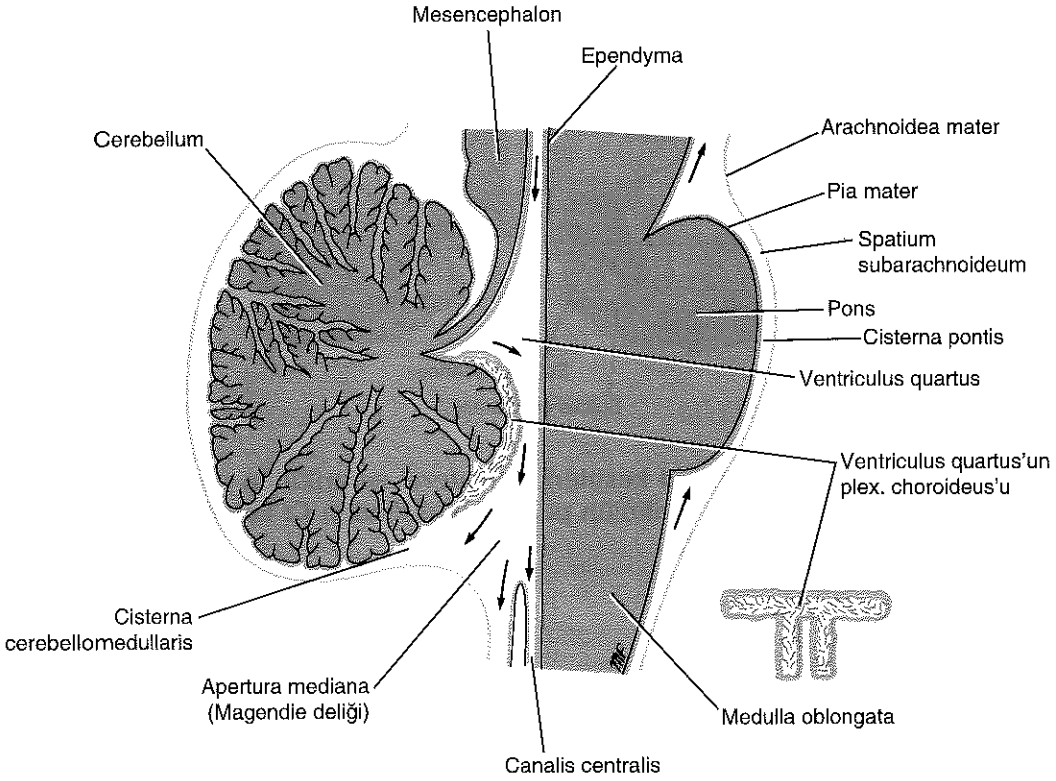
Lateral sınırının caudal kısımları pedunculus cerebellaris inferior tarafından oluşur (Şek. 16-10). Lateral sınırlarının kranial kısımları ise pedunculus cerebellaris superior tarafından oluşturulur.



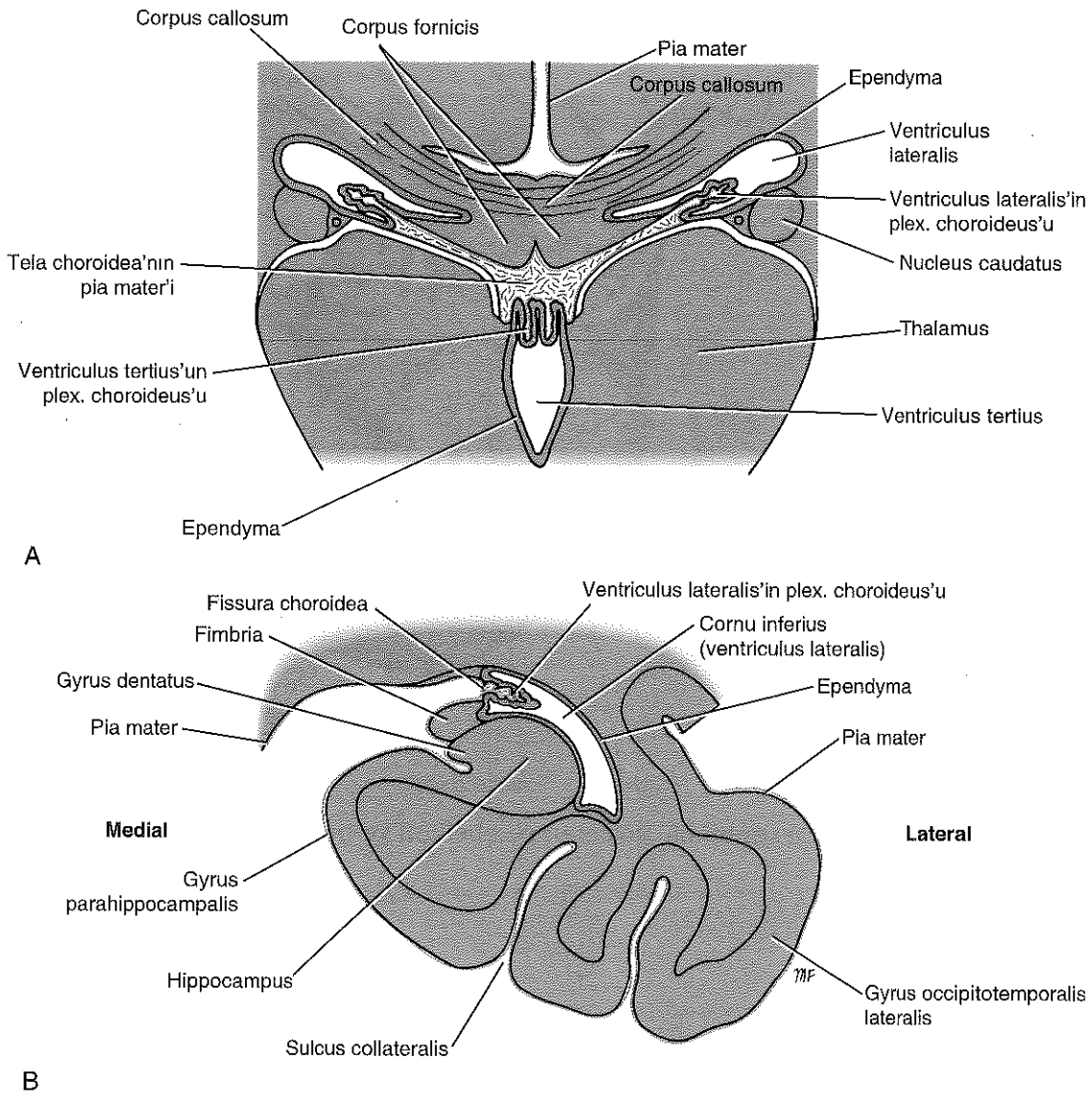
Şekil 16-5 Beynin koronal kesitleri. **A:** Lateral ventrikülün cornu anterius'undan geçen kesit. **B:** Lateral ventrikülün pars centralis'inden **C:** Lateral ventrikülün cornu posterius'undan geçen kesit.



Şekil 16-6 Tela choroidea'nın yapısı, ependima ve pia mater ile ilişkilerinin görüldüğü; interventriküler delikler hizasında lateral ventriküller ve üçüncü ventrikülün koronal kesitinin şematik şekli.



Şekil 16-7 Serebrospinal sıvının kaynağı ve dolanımının görüldüğü ventriculus quartus'un sagittal kesiti. Magendie deliğinin pozisyonuna dikkat ediniz.



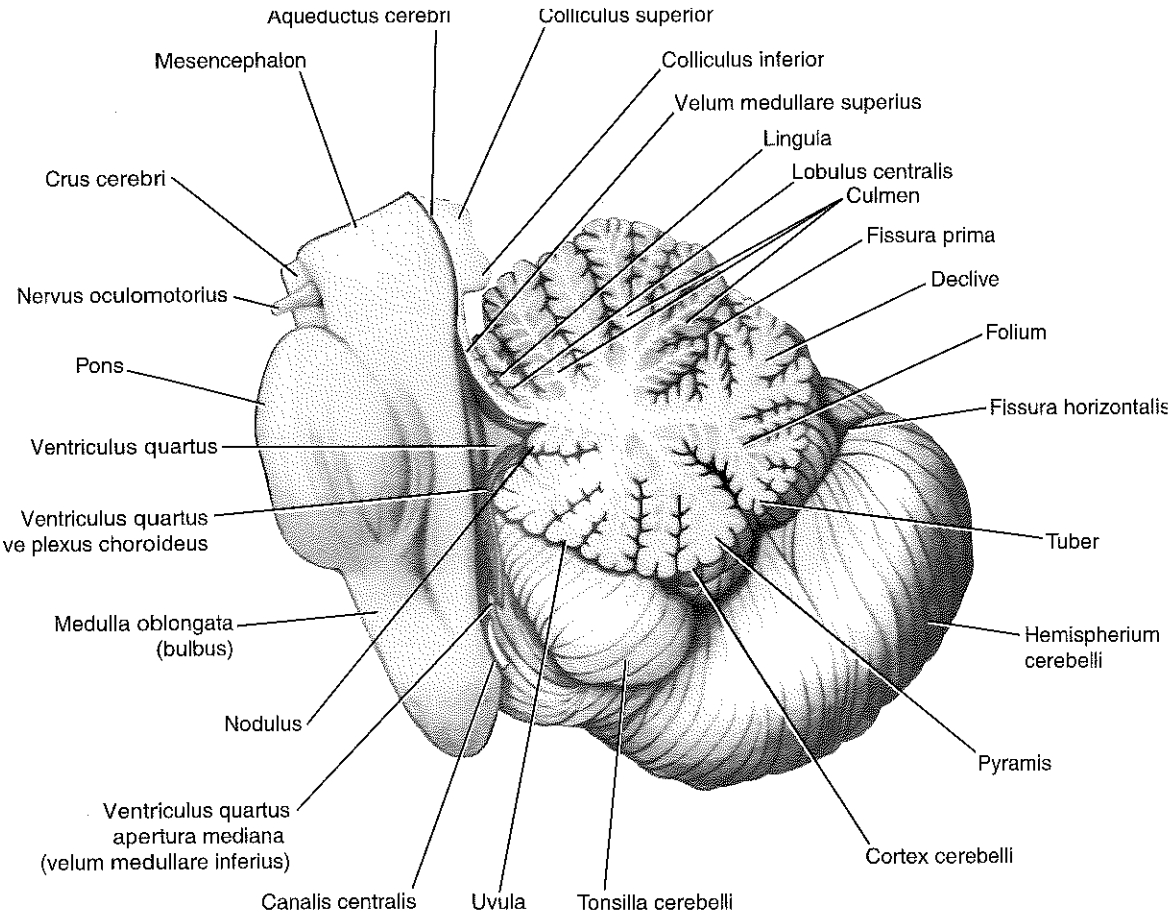
Şekil 16-8 **(A)** Lateral ventriküller ile üçüncü ventrikül boşluklarının koronal kesiti. **(B)** Lateral ventrikülün cornu inferius (temporale)'unun boşluğunun koronal kesiti.

Tavanı yada Posterior Duvarı

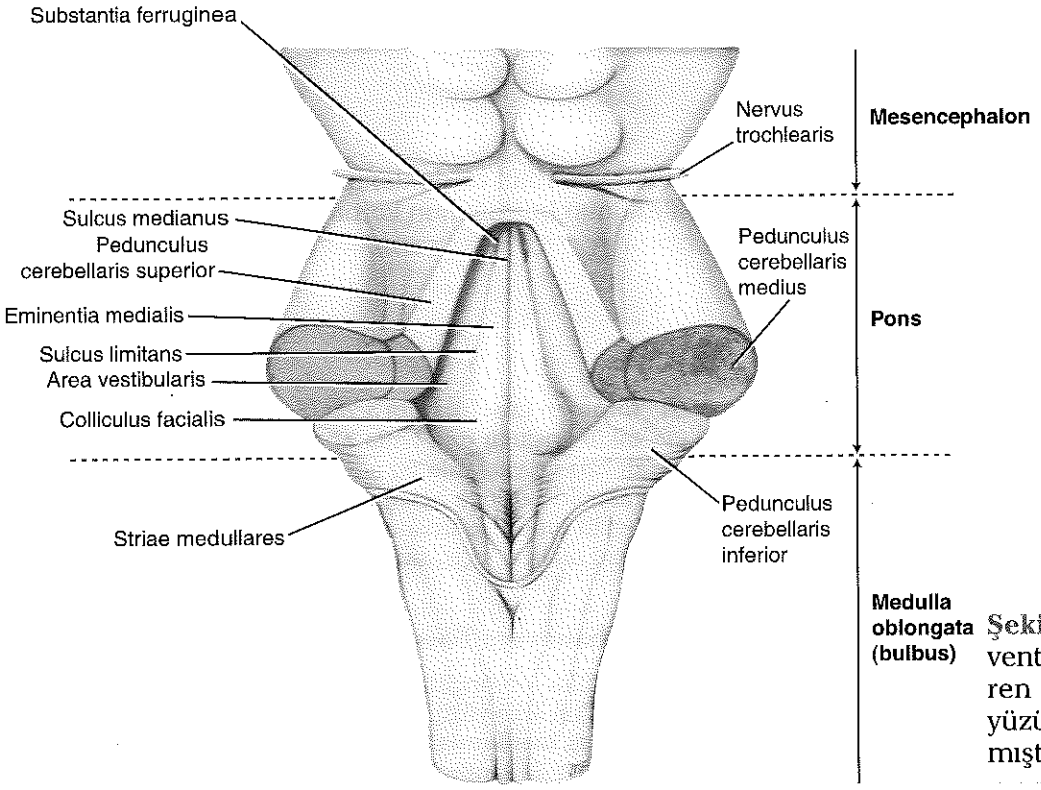
Çadır şeklini andıran çatısı cerebellum içine uzanır (Şek. 16-7 ve 16-9).Üst kısmı iki pedunculocerebellaris superior'un medial kenarları ve beyaz cevher olan **velum medullare superius**'dan oluşur (Şek. 16-11). Tavanın alt kısmını **velum medullare inferius** oluşturur. Velum medullare inferior, sinir dokusu içermeyen ince, ventrikül ependimi ve pia mater dokusundan oluşur (Şek. 16-12). Tavanın bu kısmında, orta hatta, geniş bir delik yer alır, buna **apertura mediana** yada **foramen Magendie** ismi verilir (Şek. 16-11 ve 16-12). Recessus lateralis'ler yanda medulla oblongata'nın kenarları boyunca uzanır ve önde **dördüncü ventrikül'ün lateral açıklıkları** yada **foramen Luschka**'lara açılır (Şek. 16-13). Dördüncü ventrikül boşluğu orta hatta **apertura mediana** (Magendie deliği) ve yanlarda iki adet **foramen Luschka** ile subaraknoid boşluğa açılır. Bu önemli açıklıklar aracılığı ile beyin omurilik sıvısının venrikül sisteminden subaraknoid aralığa geçişi sağlanır.

Tabanı veya Fossa Rhomboidea

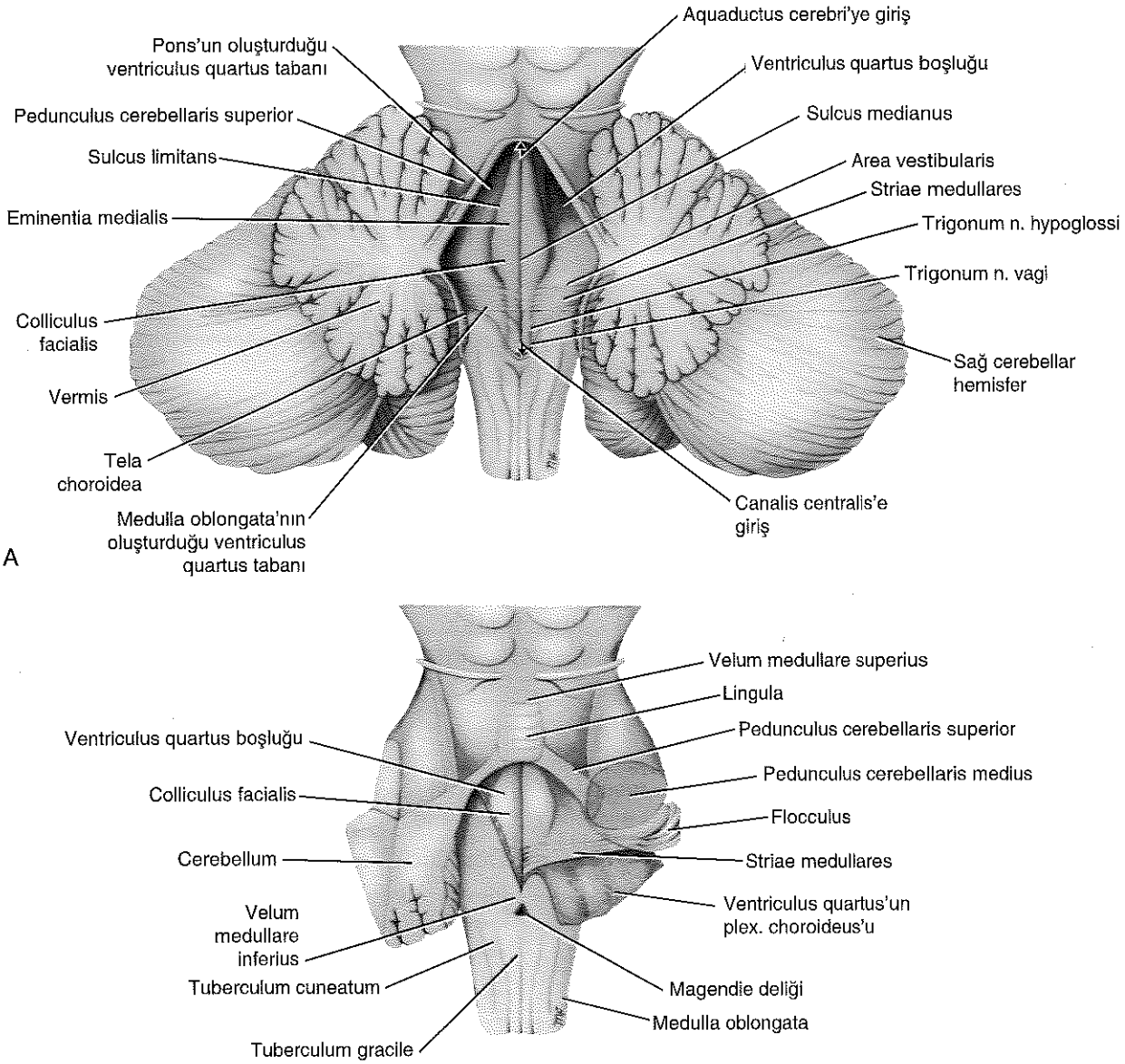
Medulla oblongata'nın üst yarımının arka yüzü ile pons'un arka yüzü tarafından yapılır (Şek. 16-10). Taban, **sulcus medianus** ile simetrik iki yarıma ayrılır. Bu oluğun her iki tarafında lateralden **sulcus limitans** denilen



Şekil 16-9 Dördüncü ventrikülü gösteren cerebellum ve beyin sapından geçen sagital kesit.



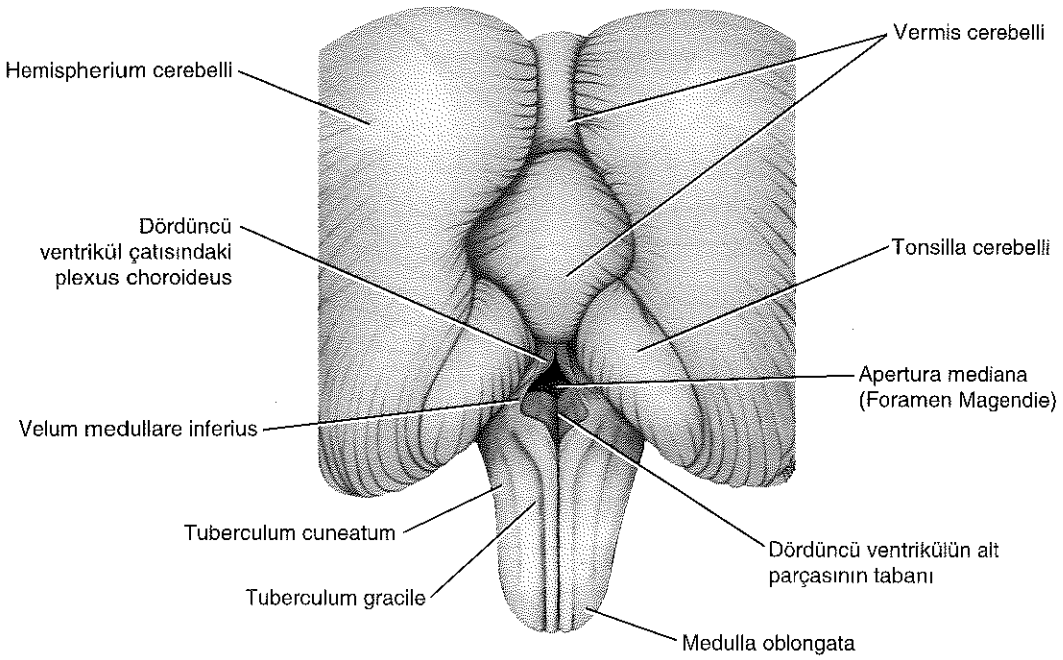
Şekil 16-10 Dördüncü ventrikülün tabanını gösteren beyin sapının arka yüzü. Cerebellum kaldırılmıştır.



Şekil 16-11 Dördüncü ventrikül boşluğunun arkadan görünüşü. **A:** Vermis cerebelli orta hattan bölünmüş ve cerebellar hemisferlere dışa doğru yer değiştirilmiştir. **B:** Velum medullare superius ve inferius bırakılıp, cerebellum'un büyük kısmı kaldırılmıştır. Plexus choroideusu göstermek için velum medullare inferius'un sağ yarımının aşağı doğru reflekste edilişine dikkat ediniz.

bir başka oluk ile sınırlanan **eminentia medialis** isimli kabarıntı vardır. Sulcus limitans'ın lateralinde **area vestibularis** adı ile bilinen bir alan bulunur (Şek. 16-10 ve 16-11). Vestibular çekirdekler, bu alanın altında yer alır.

Colliculus facialis, eminentia medialis'in alt ucunda, nervus abducens'in çekirdeği üzerinden dolanarak geçen nervus facialis'in motor çekirdeğinden çıkan liflerin oluşturduğu hafif bir kabarıntıdır (Şek. 16-14). Sulcus limitans'ın üst ucunda melanin pigmenti içeren sinir hücreleri kümesi tarafından oluşturulan mavi-gri renkli bir alan vardır. Bu hücre kümesi **substantia ferruginea** adı ile bilinir. Nuclei arcuati'den kaynaklanan ve **striae medullares** denilen sinir lifleri, sulcus medianus'dan çıkar ve area vestibularis ile eminentia medialis'in üzerinden laterale doğru geçerek cerebellum'a ulaşmak için pedunculus cerebellaris inferior'a girer (Şek. 16-10).

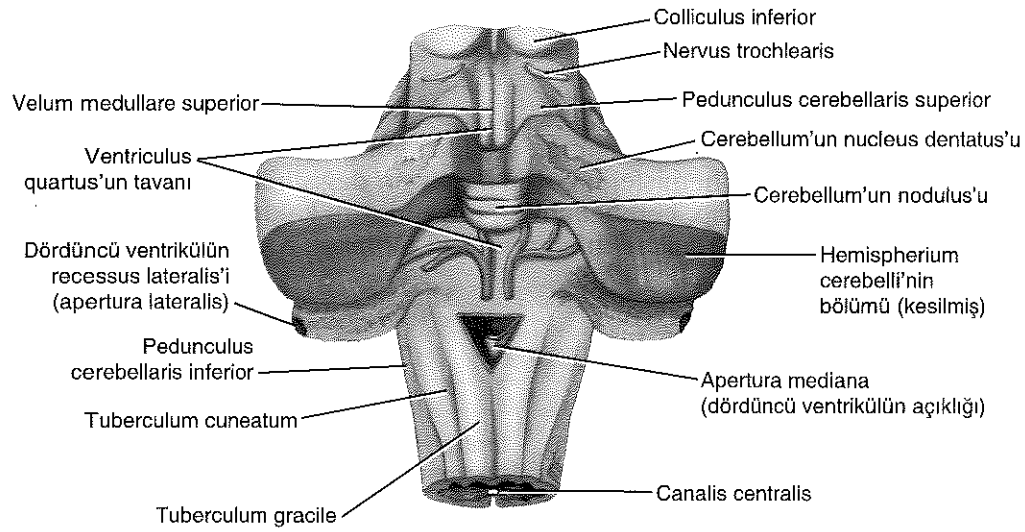


Şekil 16-12 Dördüncü ventrikül çatısının arkadan görünüşü. Apertura mediana (foramen Magendie)'yi göstermek için serebelluma yukarı doğru yer değiştirilmiştir.

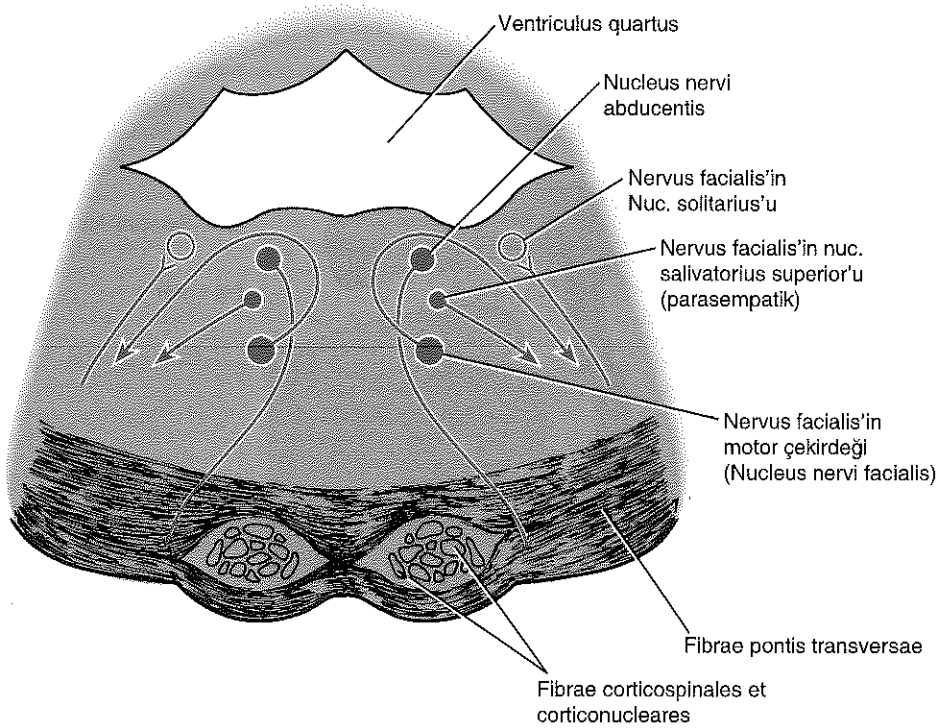
Striae medullares'in aşağısında kalan şu özelliklerin de ventrikülün tabanında tayin edilmesi gerekir. En medialde olan **trigonum nervi hypoglossi**, altında yatan **nucleus nervi hypoglossi**'nin konumunu gösterir (Şek. 16-11). Bunun lateralinde yer alan **trigonum nervi vagi**'nin altında vagus'un dorsal motor çekirdeği (nuc. dorsalis nervi vagi) vardır. **Area postrema**, canalis centralis açıklığının tam rostralinde, ventrikülün lateral kenarı ile trigonum nervi vagi arasında dar bir alandır. Area vestibularis'in alt parçası da trigonum nervi vagi'nin lateralindedir.

Dördüncü Ventrikül'ün Plexus Choroideus'u

Plexus choroideus **T** harfi şeklindedir. **T**'nin vertikal kısmı çifttir (Şek.16-7). Ventrikül'ün tavanının alt yarısına asılı olup zengin damarsal yapıya sahip tela choroi-



Şekil 16-13 Cerebellum'un büyük bir bölümünün uzaklaştırılmasından sonra dördüncü ventrikülün tavanının arkadan görünüşü.



Şekil 16-14 Fasial sinirin çekirdeğini ve onun abducens'in çekirdeği ile ilişkisini gösteren yetişkin pons'undan geçen transvers kesit.

dea'dan teşekkül etmiştir. Tela choroidea iki tabakalı pia mater'den oluşmuş olup, ventrikül tavanından aşağı doğru uzanır ve ependim ile örtülüdür. T'nin horizontal kısmı, iki tarafta ventrikül'ün recessus lateralis'ine doğru uzanır. Plexus, **a. cerebellaris posterior inferior**'lar ile beslenir.

Medulla Spinalis ve Medulla Oblongata'nın Canalis Centralis'i

Canalis centralis, yukarıda dördüncü ventriküle açılır; aşağıda medulla oblongata'nın alt yarısı ve medulla spinalis'in tamamı boyunca uzanır. Medulla spinalis'in conus medullaris'inde genişleyerek **terminal ventrikül**'ü (ventriculus terminalis) oluşturur (Şek. 16-11). Canalis centralis alt ucunda kapanır, BOS ile doludur ve ependim ile kaplıdır. Canalis centralis **commissura grisea** adı verilen gri cevher ile çevrelenir. Canalis centralis'in choroid plexus'u yoktur.

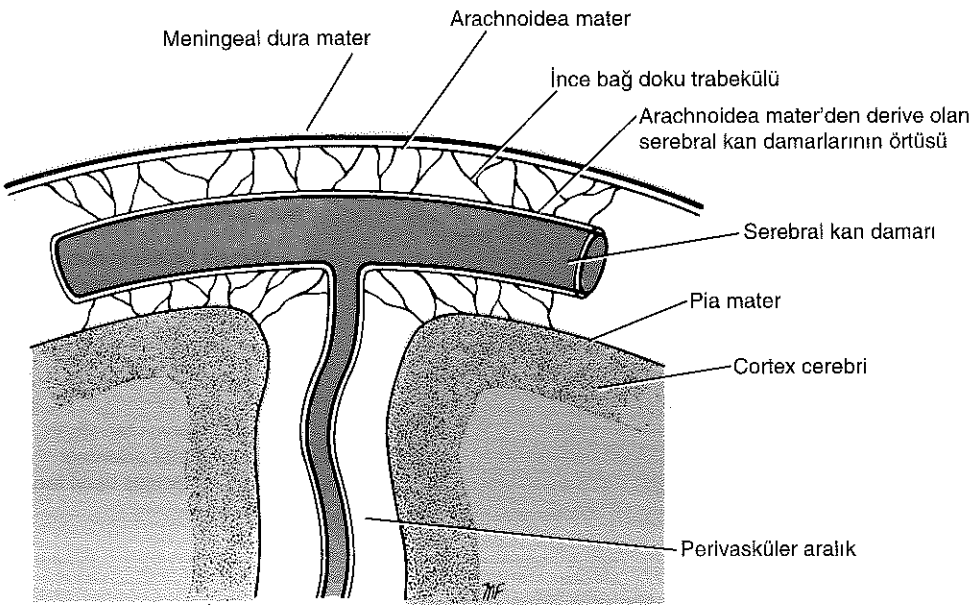
Spatium Subarachnoideum

Subaraknoid aralık, araknoid ve pia mater arasında bulunur ve bu nedenle bu zarların sardığı beyin ve medulla spinalis etrafında görülür (Şek. 16-1). Bu aralık BOS ile dolu olup büyük beyin damarlarını içerir (Şek. 16-15). Bağ dokusundan oluşmuş ince trabecula ağı ile kaplıdır. Subaraknoid aralık beyin'i tamamen kaplar ve nn. olfactorii boyunca uzanır. Subaraknoid aralık beyin damarlarını, beyin dokusuna giriş ve çıkışları boyunca, damarlar arteriol veya venül haline dönüşene kadar sarar.

Bazı durumlarda, beyinin tabanında araknoid mater beyin yüzeyini yakından takip etmez, subaraknoid aralık genişler ve **subaraknoid cisternalar** meydana gelir. Cisternalar'dan en büyükleri olan, **cisterna cerebellomedullaris**, **cisterna pontis**, **cisterna interpeduncularis** hakkında detaylı bilgi sayfa 435 da verilmiştir.

Aşağıda subaraknoid aralık medulla spinalis'in altına iner ve **cauda equina**'yı sarar (Şek. 1-16). Subaraknoid aralık S1 ve S2 arasındaki düzeyde sonlanır.

Subaraknoid aralık kranial ve spinal sinirleri sarar; ta ki bu sinirler kafa tasını ve canalis vertabralis'i terk edene kadar. Burada pia ve araknoid mater sinirlerin perineurium'u ile birleşir.



Şekil 16-15 Serebral korteks ile meninkslerin serebral kan damarlarının ilişkisini gösteren serebral hemisferler etrafında subaraknoid aralığın şekli.

Serebrospinal Sıvı (Beyin Omurilik Sıvısı-BOS)

Beyin omurilik sıvısı, beyin ventrikülleri içerisinde ve beyin ile medulla spinalis etrafındaki subaraknoid aralıkta yer alır. BOS, 150 ml hacminde, berrak, renksiz bir sıvıdır. BOS'nın içeriğindeki inorganik tuzlar kan plazmasına benzemektedir. Glukoz miktarı kandakinin yarısı kadardır ve çok az protein içerir. Çok az hücre içermektedir ve bunlar da lenfosit hücreleridir. Normal lenfosit sayısı milimetre küpte 0-3 hücredir. **BOS basıncı oldukça sabittir.** Lateral uzanmış pozisyonda lumbal ponksion ile yapılan ölçümde BOS basıncı yaklaşık 60 - 150 mm su'dur. Bu basınç ıkınma, öksürme veya boyunda v. Jugularis interna'ya basınç uygulayarak arttırılabilir (Bkz. 467). Tablo 16-1 BOS'nın içeriğini ve fiziksel özelliklerini özetlemektedir.

İşlevleri

BOS, beyinin ve medulla spinalis'in iç ve dış yüzlerini kaplar ve merkezi sinir sistemi ile onu çevreleyen kemikler arasında yastık ödevi yapar; böylece mekanik travmalara karşı korunma sağlar. Beyinin yoğunluğunun BOS yoğunluğundan çok az yüksek olması, mekanik olarak su üzerinde durabilmesini sağlar ve beyni destekler. BOS'nın beyin dokusu ve kan ile yakın ilişkisi, depo ve kafatası içeriğinin düzenlenmesi sağlar. Örneğin, eğer beyin hacmi veya kan hacmi artarsa, BOS hacmi azalır. BOS ideal bir besin olması nedeniyle büyük bir olasılıkla sinir dokusunun beslenmesinde önemli görev aldığı, nöral metabolit artıklarının uzaklaştırılmasında yardımcı olduğu kesindir. Pineal bezin sekresyonları, hipofiz bezinin aktivitesini üçüncü ventrikülde dolaşan BOS yolu ile etkileyebilir (Bkz. 449).

Tablo 16-2 BOS işlevlerini özetler.

Beyin Omurilik Sıvısının Oluşumu

BOS esas olarak üçüncü ve dördüncü ventriküllerin koroid pleksusları tarafından oluşturulur, bir kısmı ventri-

Tablo 16-1 Serebrospinal Sıvının (BOS) Kompozisyonu ve Fiziksel Özellikleri

Görünüm	Berrak ve renksiz
Hacim	c. 150 mL
Üretim oranı	0.5 mL/dk
Basınç (Lumbal ponksiyonda)	60–150 mm su
Kompozisyon	
Protein	15–45 mg/100 mL
Glukoz	50–85 mg/100 mL
Klorid	720–750 mg/100 mL
Hücre	0–3 lenfosit/cumm

Tablo 16-2 Serebrospinal Sıvının İşlevleri

1. Yastık ödevi görür ve merkezi sinir sistemini travmalardan korur.
2. Beyini destekler ve mekanik yüzme sağlar.
3. Kafatası içeriğinin düzenlenmesine yardım eder ve bir rezervuar (depo) olarak işlev görür.
4. Merkezi sinir sistemini besler
5. Merkezi sinir sisteminden metabolitleri uzaklaştırır.
6. Glandula pituitaria'ya ulaşan pineal salgılar için bir yol olarak hizmet eder.

küllerin içini döşeyen ependim hücrelerinden ve perivasküler aralıklardan geçen beyin dokusu tarafından üretilir.

Plexus choroideaus kıvrımlı bir yüzeye sahip olup; her kıvrımın içi ependimanın kuboidal epitelyum'u ile örtülü vasküler bağ dokudan oluşmaktadır (Şek. 16-16). Epitel hücrelerin elektron mikroskopi çalışmalarında serbest yüzlerinin mikrovilli olduğu gözlenir. Kapillerdeki kan, ventrikül lümeninden bazal membranı oluşturan endotel hücreleri ve yüzey epiteli ile ayrılmıştır.

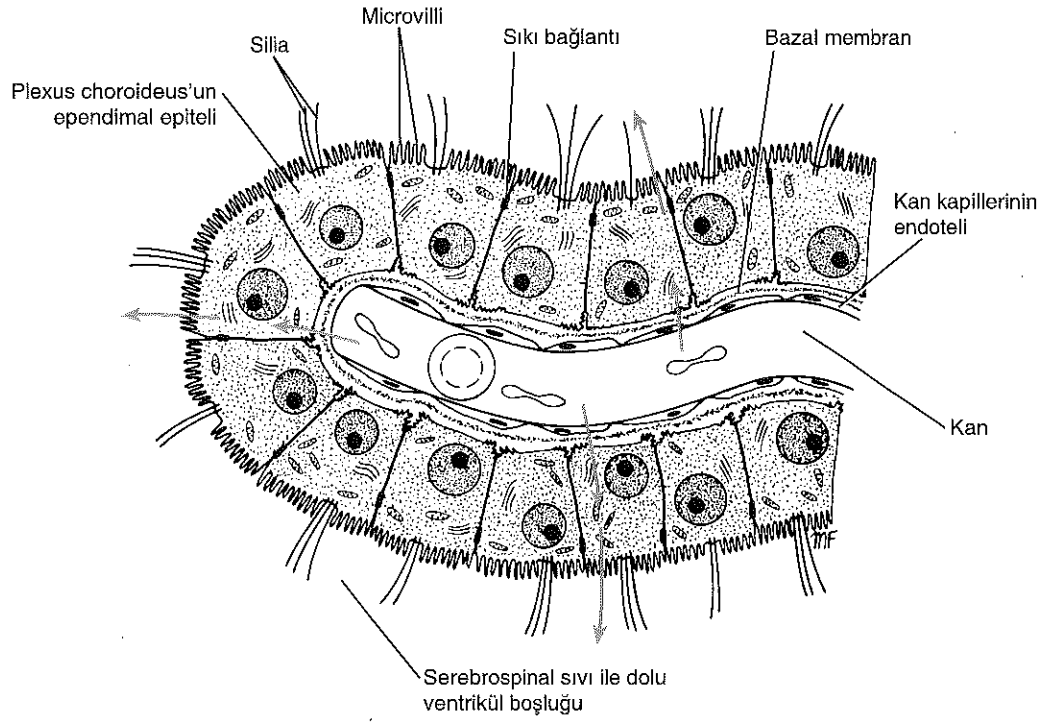
Epitel hücreleri porludur ve büyük moleküllere geçirgendir.

Plexus choroideus'un **aktif olarak** BOS salgıladığı konusunda önemli bulgular vardır. Deneysel olarak hayvanlarda, örneğin choroid plexus'a karbonik anhidraz inhibitörü uygulandığında sodyum geçişinin durduğu gösterilmiştir. Buna ilave olarak, BOS'daki elektrolit konsantrasyonu özellikle potasyum, kalsiyum ve magnezyum kan plazması ile karşılaştırıldığında farklı olduğu gözlenmiştir.

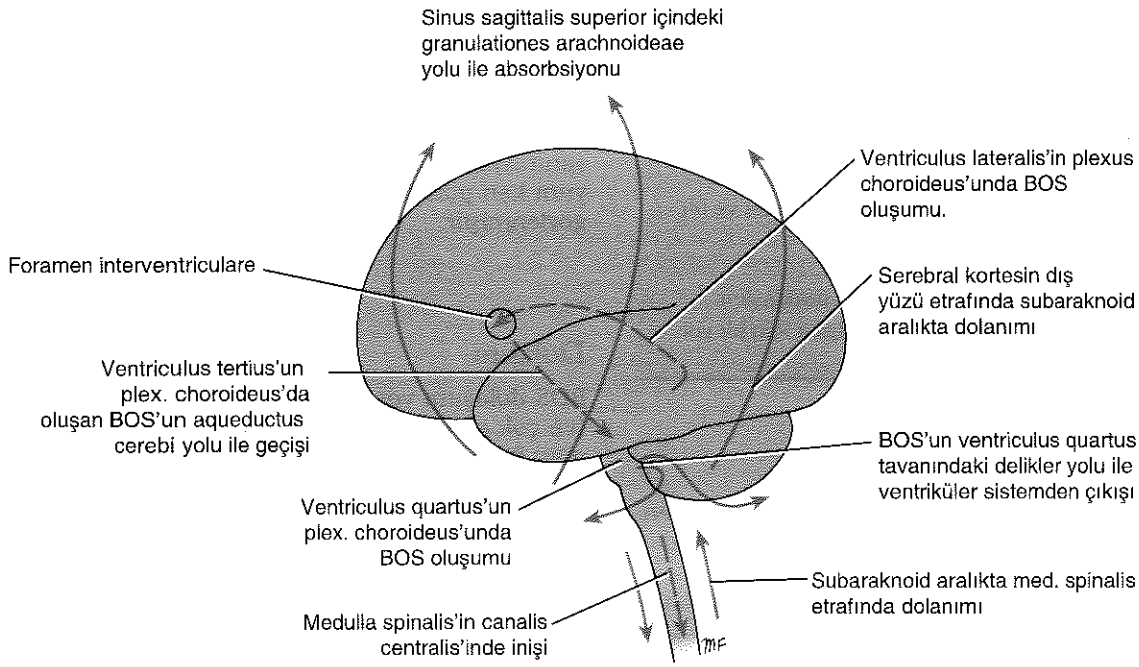
Dolaşım

BOS dolaşımı ventriküllerdeki plexus choroideus'dan (ve çok az bir kısmının da beyin yüzeyinden) salgılanması ile başlar. BOS, lateral ventriküllerden, üçüncü ventriküle foramen interventriculare (Şek. 16-1 ve 16-17) yolu ile geçer. Daha sonra dördüncü ventriküle aqueductus cerebri yoluyla geçer. BOS dolaşımı, plexus choroideus'daki arterial pulsasyon ve ventrikülleri döşeyen ependim hücrelerinin silialarının yardımı ile olur.

BOS'ın dördüncü ventrikül'den apertura mediana ve **recessus lateralis**'lerde yer alan apertura lateralis'ler yolu ile dördüncü ventrikülden subaraknoid aralığa geçer. BOS, cisterna cerebellomedullaris ve cisterna pontis'den yavaş olarak yukarı doğru seyreder ve tentorium cerebelli arasından geçerek cerebrum'un alt yüzüne ulaşır (Şek.16-1 ve 16-17). Daha sonra BOS, serebral hemisferlerin lateralinden geçerek yukarıya



Şekil 16-16 Serebrospinal sıvının oluşumunda sıvılar tarafından geçilen yolun gösterildiği plex. choroideus'un mikroskopik yapısı.



Şekil 16-17 Serebrospinal sıvının dolanımı. Oklu çizgiler merkezi sinir sisteminin boşlukları içinde sıvı tarafından katedilen seyri belirtiyor.

doğru hareket eder. Bir kısım BOS, medulla spinalis ve cauda equina etrafındaki subaraknoid aralığa doğru hareket eder. Burada sıvı çıkmaz bir yola girmiş olur ve daha sonraki dolaşımı spinal arterlerin pulsasyonu ve columna vertebralisin hareketleri, nefes alıp verme, öksürme ve vücut pozisyonunun değiştirilesi ile olmaktadır.

BOS sadece beyinin ependimal ve pial yüzeyleri ile spinal cord'un etrafında bulunmamaktadır, ayrıca kan damarlarının sinir dokusuna da nüfuz etmektedir.

Emilim

BOS'nın esas emilim yeri **araknoid villi**lerdir, bunlar dural venöz sinüsler (sinus durae matris) içersine uzanır özellikle **sinus sagittalis superior'da** olur (Şek. 18-10). Araknoid villi'ler bir araya gelir ve **araknoid granülasyonlar** adı verilen çıkıntıları oluştururlar. Yapısal olarak, her bir araknoid villüs subaraknoid aralığın uzantısı (divertikülü) olup, dura mater'i deler. Araknoid divertikül'ün üzeri ince hücre tabakası, onun üzeri de venöz sinüs'ün endoteli ile örtülüdür. Araknoid granülasyonların sayısı ve büyüklüğü yaşa bağlı olarak artar ve ileri yaşlarda kalsifiye olurlar.

BOS'nın venöz sinüse geçişi BOS'daki basıncın ven sinüsündeki basıncın üzerine çıktığı durumlarda olur. Araknoid villi'ler üzerinde yapılan elektron mikroskopi çalışmaları, ince tübüllerin endotel ile kaplı olup subaraknoid aralığından BOS'nın venöz sinüsün lümenine direk olarak aktığını göstermiştir. Venöz basınç artarak BOS basıncını aşarsa, villusların ucuna yapılan basınç tübüllerin kapanmasına sebep olur ve kanın subaraknoid aralığa geçişini önler.

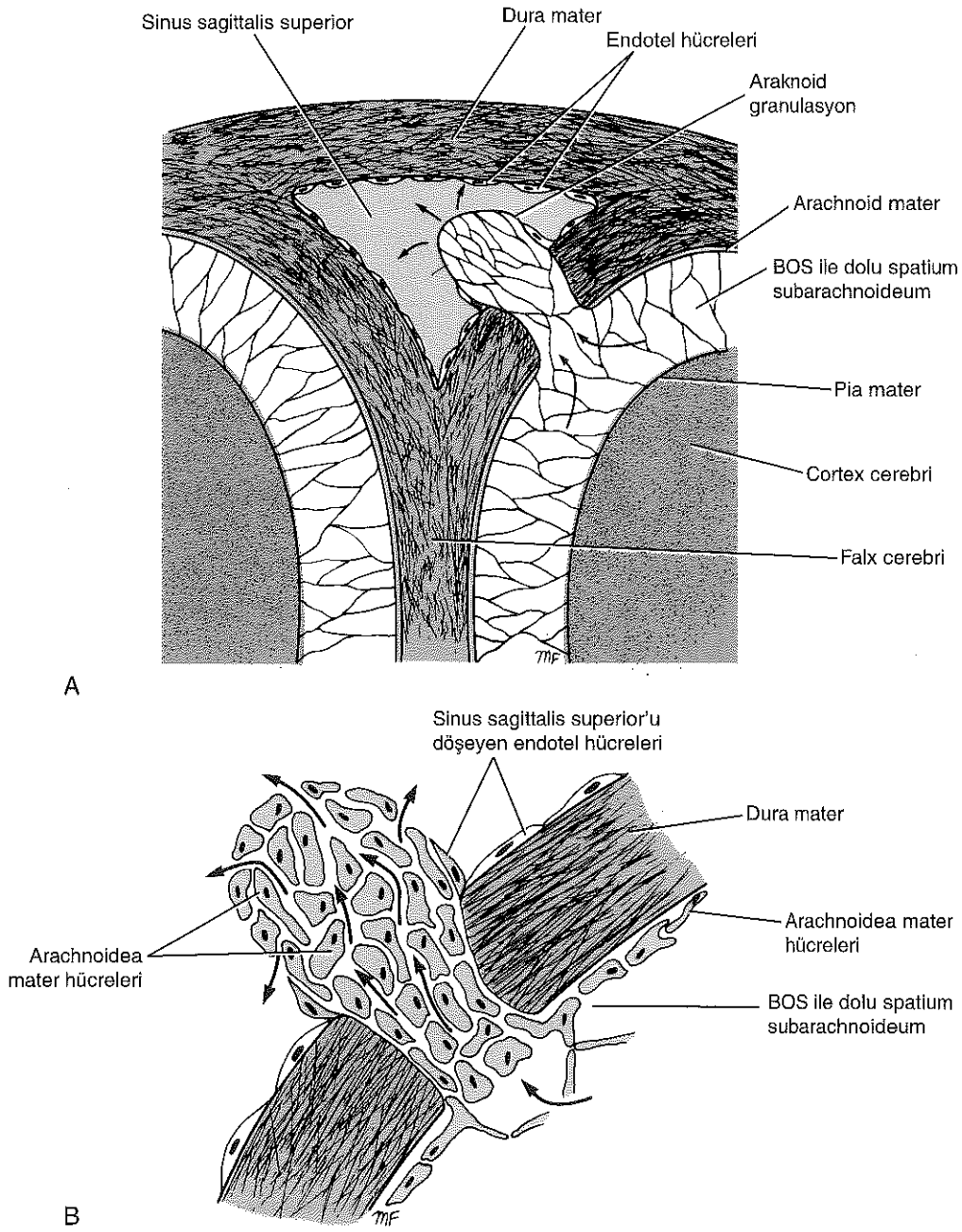
BOS'un bir kısmı muhtemelen subaraknoid arlıktaki venlerce direkt olarak emilir. Diğer bir kısmı ise kranial ve spinal sinirlerin perinöral lenf damarlarından kaçarak direkt olarak subaraknoid aralığa geçer.

Plexus choroideus'da üretilen BOS'nın sabit olması nedeniyle, araknoid villi aracılığı ile emilen BOS oranı BOS basıncını kontrol eder.

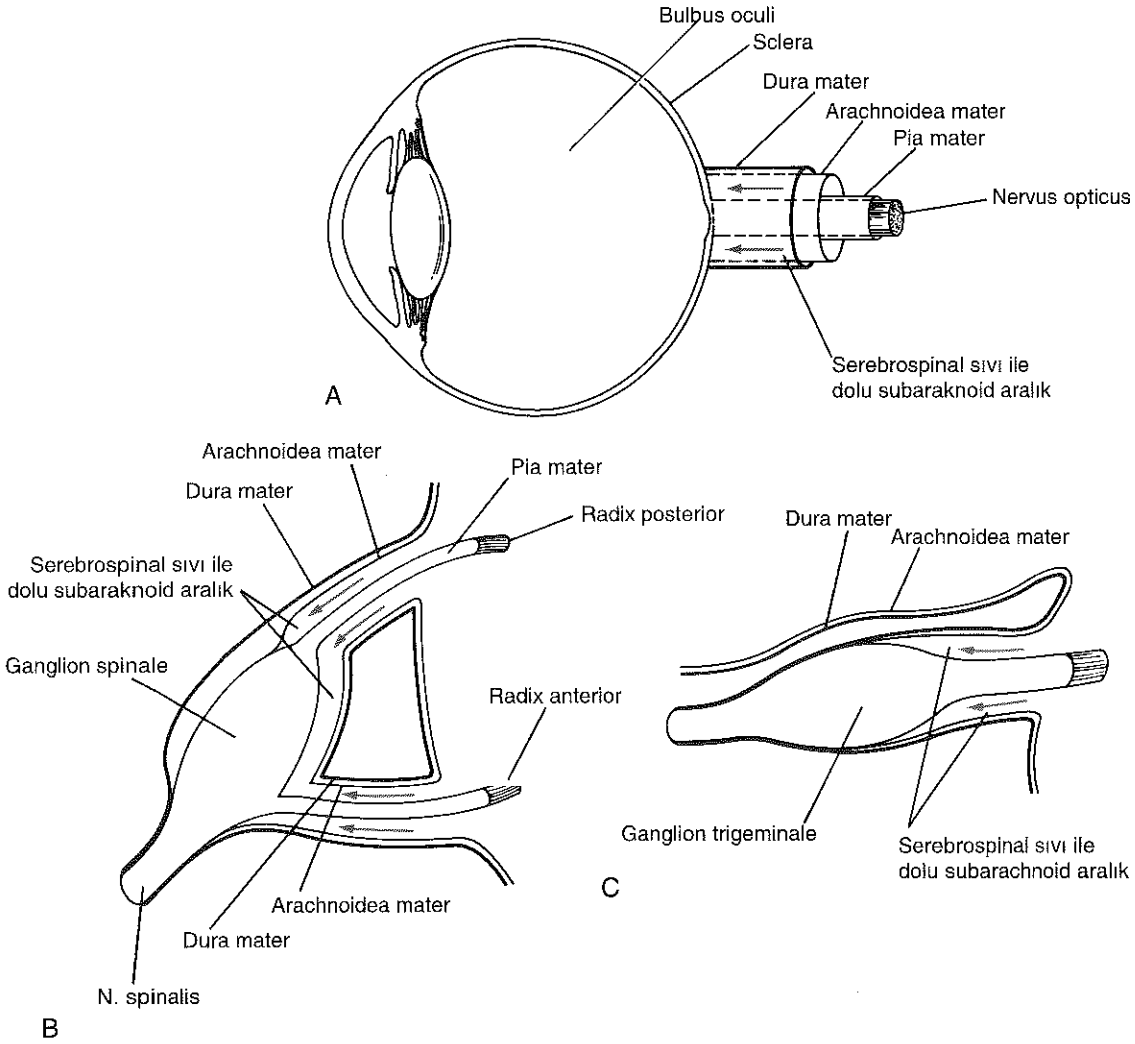
Subaraknoid Aralık Uzantıları

Subaraknoid aralığın bir kolu, gözün arkasına n. opticus etrafında uzanır (Şek. 16-19). Burada pia ve araknoid mater sclera ile birleşir. Retinaya ait arteria ve vena centralis'ler subaraknoid aralıkta uzanarak n. opticus'a ulaşır. BOS basıncı artmış hastalarda arteria ve vena centralis'ler basıya uğrar.

Subaraknoid aralığın uzantıları bazı kranial ve spinal sinirler etrafında da yer alır (Şek.116-19). Burada subaraknoid aralık ile perinöral lenf damarları arasında bazı bağlantılar bulunabilir. Subaraknoid aralık, beyin ve medulla spinalis'i besleyen arter ve venlerin beyin dokusuna girdiği noktaya kadar uzanır (Şek. 16-15). Pia mater, beyin ve medulla spinalis yüzeyinde, kan damarlarının dış tabakası ile birleşir ve subaraknoid aralık kapanır.



Şekil 16-18 Serebrospinal sıvı tarafından sarılan bazı sinirler. **A:** N. opticus **B:** N. spinalis'in kökleri. **C:** N. trigeminus.



Şekil 16-19 Serebrospinal sıvı tarafından sarılan bazı sinirler. **(A)** N. opticus **(B)** N. spinalis'in kökleri. **(C)** N. trigeminus.

Kan - Beyin Bariyeri ve Kan - Beyin Omurilik Sıvısı Bariyeri

Santral sinir sistemi normal çalışabilmesi için oldukça stabil (dengeli) bir ortama gereksinim duyar. Bu denge santral sinir sistemini kandan, kan-beyin ve kan-beyin omurilik sıvısı bariyerleri ile izole ederek sağlanır.

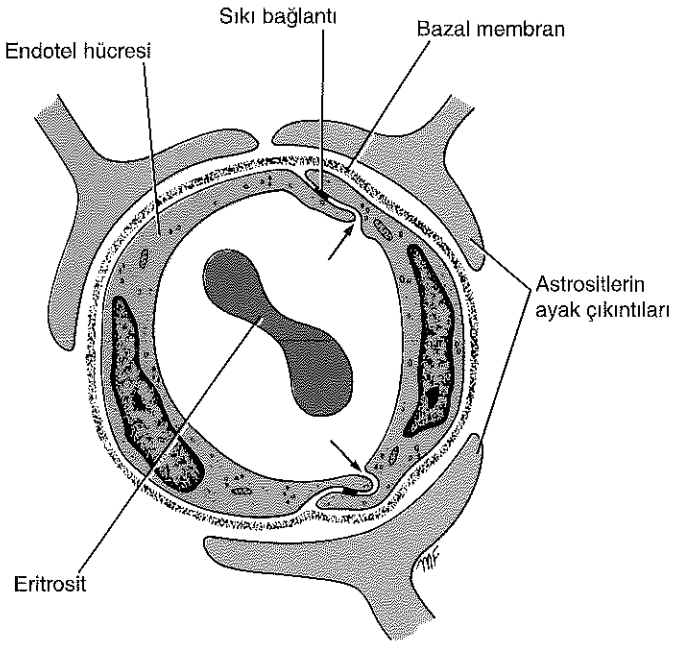
Kan-Beyin Bariyeri

1882 Paul Ehrlich yaptığı deneylerde, canlı hayvana tripan mavisi gibi bir vital boyayı intravaskül olarak enjekte etmiş ve beyin ile medulla spinalis hariç tüm vücut dokularının boyandığı görmüştür. Daha sonra, beyinin bir kısmı tripan mavisi ile boyanmadığı halde bazı yerlerin boyandığı görülmüştür. Pineal bez, hipofiz bezinin lobus posterior'u, tüber cinereum, recessus opticus duvarı ve vasküler area postrema[1] (4. ventrikül'ün alt ucunda) boyanmayan bölgelerdir. Bu gözlemler kan-beyin bariyeri kavramının oluşmasını sağlamıştır (kan - beyin - medulla spinalis bariyeri daha doğru bir isim olacaktır).

Kan - beyin bariyerinin permabilitesi (geçirgenliği) molekül büyüklüğü ile ters orantılı ve direkt lipid çözünürlüğü ile ilgilidir. Gaz ve su, bariyer'den hızlı bir şekilde geçerken glukoz ve elektrolitler daha yavaş geçerler. Bariyer, plazma proteinleri ve diğer büyük organik moleküller geçirgen değildir.

Molekül ağırlıkları 60,000 veya daha fazla olan birleşimler kan dolaşım sistemi içerisinde kalır.

[1]Dördüncü ventrikülün tabanı üzerinde, canalis centralis'e açılan deliğin hemen rostralinde bulunan medulla bölgesi.



Şekil 16-20 Kan-beyin bariyeri bölgesinde merkezi sinir sistemindeki bir kan kapillerinin enine kesiti.

Tripan mavisi ile yapılan daha önceki deneylerde, boyanın plasma proteinleri ile hızı bir şekilde bağlanması sonucu, tripan mavisinin beyin dokusunun büyük bir kısmına geçemediği görülmüştür.

Yapı

Santral sinir sisteminin elektron mikrograf incelemeleri, kan kapillerinin lümeninin nöron ve nöroglia etrafındaki ekstraselüler aralıktan, aşağıdaki yapılarca ayrıldığını göstermiştir: (1) Kapiller duvarındaki endotel hücreleri (2) devam eden ve kapillerin dışını çevreleyen bir bazal membran yani endotel hücreleri (3) kapiller duvarına sıkıca yapışmış olan astrositlerin ayak uzantıları (Şek.16-20).

Lanthanum ve Horseradish Peroxidase gibi elektron-yoğun işaretleyiciler kullanarak (Brightman ve Reese, 1969), hücrelerin etrafını kemer gibi saran sıkı bağlantıların varlığından dolayı bu maddelerin kapiller endotel hücreleri arasından sızmadığını gösterilmiştir.

Bu yoğun işaretleyiciler neuropil'in extraselüler aralığına verildiğinde, astrositlerin perivasküler ayak uzantıları arasından geçip kapillerlerin endotel döşemesine kadar uzanmaktadır. **Bu bilgilerin ışığı altında, kapillerlerin endotel hücreleri arasındaki sıkı bağlantıların kan-beyin bariyerinden sorumlu olduğu bilinmektedir**[2] (Şek. 16-20). Moleküler düzeyde, kan–beyin lipid bariyeri olup, endotel hücreleri çevreler ve beyin dokusunu kandan izole eder.

Kan-beyin bariyeri yeni doğanda vardır. Ancak bazı maddelere erişkinden daha geçirgen olduğu yolunda bilgiler bulunmaktadır.

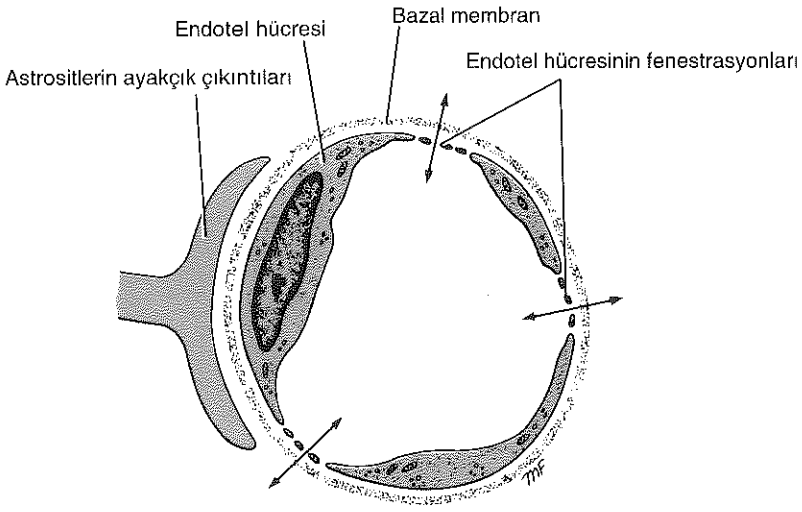
Kan-beyin bariyeri santral sinir sisteminin her yerinde aynı değildir. Gerçekte, kan-beyin bariyerinin bulunmadığı alanlarda, kapiller endotel'in fenestrasyon (pencereli) olduğu ve buradan proteinler ve küçük organik moleküllerin kandan sinir dokusuna geçebildiği yerler bulunmaktadır (Şek.16-21). Dördüncü ventrikülün tabanındaki area postrema ve hipotalamus gibi bölgelerin, plazmanın kimyasal içeriğini direkt olarak ölçebilen sinir reseptörleri olan bölgeler gibi davrandıkları düşünülmüştür. Vücudun metabolik aktivitelerinin düzenlenmesinden sorumlu olan hipotalamus, bu metabolik aktiviteler için uygun modifikasyonların yapılmasını sağlayabilir, böylece sinir dokusunu korur.

Kan – Beyin Omurilik Sıvısı Bariyerleri

Kandan, beyin omurilik sıvısına su, gazlar ve yağda eriyen maddelerin serbest geçişi vardır. Protein ve glukoz dışındaki heksoz benzeri makromoleküllerin beyin omurilik sıvısına geçişleri yoktur.

Kan-beyin bariyerine benzer bir bariyerin choroid plexuslarda da varolduğu düşünülmektedir.

[2]Periferik sinirler, santral sinir sisteminde olduğu gibi kandan izole edilmişlerdir. Endoneureum kan kapillerlerdeki endotel hücrelerindeki sıkı bağlantıları nedeniyle kan-sinir bariyeri oluşur.



Şekil 16-21 Kan-beyin bariyerinin bulunmadığı merkezi sinir sistemi bölümündeki bir kan kapillerinin enine kesiti. Endotel hücrelerindeki fenestrasyonların varlığına dikkat ediniz.

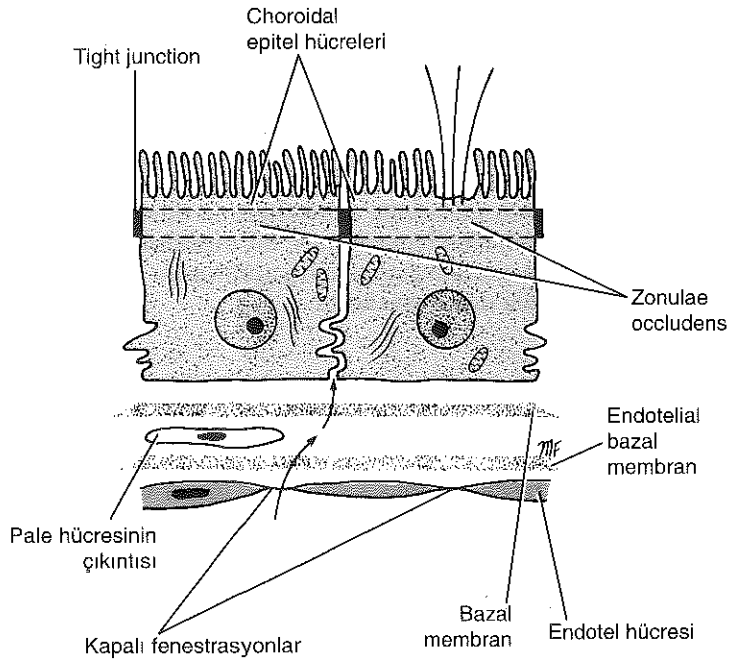
Yapı

Choroid plexus villuslarının elektron mikroskobik incelemesi, kan kapillerlerinin lümeninin ventrikül lümeninden aşağıdaki yapılarca ayrıldığı gösterilmiştir. (1) Fenestre olan ve çok ince duvarları bulunan endotel hücreleri (fenestrasyonlar gerçek delikli olmayıp ince diaphragm ile doldurulmuştur); (2) Endotel hücrelerinin dışında kapillerleri saran devamı bir bazal membran; (3) Dağınık soluk ve yassı çıkıntılı hücreler; (4) Devamlı bir bazal membran, (Şek. 16-22).

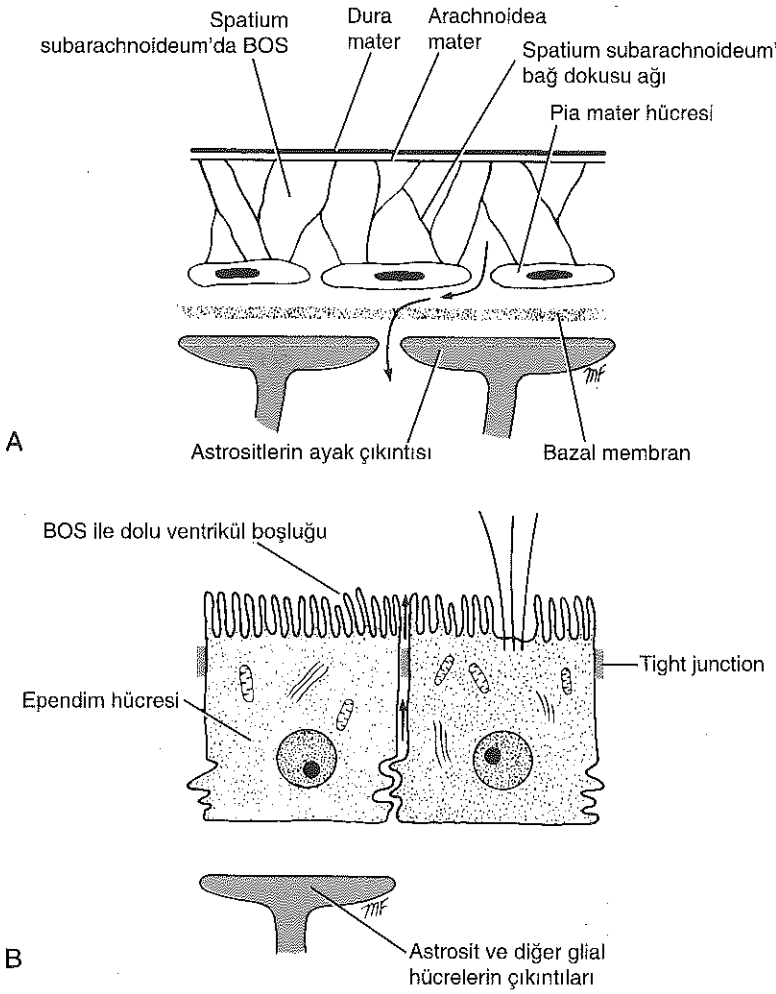
Elektron - yoğun işaretleyiciler, bariyerlerin yerlerinin tam olarak belirlenmesinde başarılı olamamıştır. Horseradish peroxidase'ın intravenöz enjeksiyonu, endotel hücrelerin luminal yüzlerini kaplamakta ve incelenen bir çok yerde de endotel hücreleri arasından geçmemektedir. **Muhtemelen, choroidal epitel hücreleri arasındaki sıkı bağlantılar bariyer olarak görev yapmaktadır.**

Beyin Omurilik Sıvısı ve Beyin Arasındaki İlişki

Vital boyalar intravenöz enjeksiyon yolu ile verildiğinde beyin dokusunun birçok alanına geçişleri gerçekleşmez. Boya eğer subaraknoid aralığa veya ventrikülere verilirse



Şekil 16-22 Plexus choroideus villusunun kesiti.



Şekil 16-23 BOS-beyin arasındaki ilişkinin kesiti. **A:** Beynin dış yüzeyi. **B:** Beynin ventriküler yüzeyi.

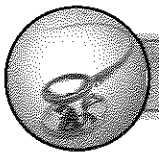
kısa zamanda sinir ve glia hücrelerinin etrafındaki extraselüler aralığa geçer. Bunun nedeni, beyin omurilik sıvısı ile santral sinir sisteminin extraselüler kompartmanı arasında karşılaştırılabilir fizyolojik bir bariyerin bulunmamasıdır. Beyin omurilik sıvısını sinir sisteminden ayıran yapıları oldukça ilginçtir. Üç bölgenin incelenmesi gereklidir: (1) Medulla spinalis ve beynin pia örtülü yüzeyi (2) Subarakroid aralığın perivasküler çıkıntılarının sinir dokusuna uzantıları (3)Ventriküllerin epandimal yüzeyi (Şek. 16-23).

Beyinin pia ile örtülü yüzeyi, basement membran üzerine oturmuş, gevşek düzenlenmiş pia hücreleri içerir (Şek. 16-23). Bazal membranın altında astrositlerin ayak uzantıları yer alır. Komşu pia hücreleri arasında veya komşu astrosit hücreleri arasında bağlantı bulunmaz, böylece sinir dokusunun extraselüler aralığı tamamına yakını subaraknoid aralık ile devamlılık gösterir. Subaraknoid aralığın santral sinir sistemi dokusuna uzanımı, kan damarlarının dış tabakasının sinir dokusunu saran pia tabakası ile kaynaştığı yerde sonlanır.

Beyinin ventriküle bakan yüzeyi, kolumnar epandimal hücreleri ile döşeli olup, lokalize yerlerde sık bağlantıları vardır (Şek. 16-23). Hücreler arası kanallar, ventrikül ve extraselüler nöronal boşlukların serbetçe bağlantı kurmasına izin verir. Epadima'nın bazal membranı ve özeleşmiş astrositik **ayak çıkıntıları** yoktur, çünkü nöroglia hücreleri gevşek bir şekilde düzenlenmişlerdir.

Kan - Beyin Bariyeri ve Kan - Beyin Omuilik Sıvısı Bariyerinin Fonksiyonel Önemi

Normal durumda, bu iki önemli yarı geçirgen (semipermeabıl) bariyer, beyin'i ve medulla spinalis'i potansiyel zararlı maddelerden korur iken, aynı zamanda gazların ve besinlerin sinir dokusuna geçişine izin verir.



KLİNİK BİLGİLER

Nervus Opticus; Artmış Beyin Omurilik Sıvısı Basıncı ve Papilla Ödemi

N. opticus, pia, dura ve araknoid mater kılıfları ile sarılıdır. Böylece subaraknoid aralık intrakranial olarak n. opticus'un etrafında gözün arkasına kadar uzanır (Şek. 16-19). İntrakranial bir tümör nedeni ile artan BOS basıncı, retina venlerinin ince duvarlarını n. opticus'a girmek için kat ettiği subaraknoid aralıkta basıya uğratır. Bu da retinal venlerin tıkanmasına, optik disk'in öne doğru şişmesine neden olur; bu durum **papilledema** (papilla ödemi) olarak bilinir. Subaraknoid aralığın intrakranial olarak uzanması sonucu her iki gözde de papilledema görülür. Kalıcı papilledema optik atrofiye ve körlüğe neden olur.

Hidrosefali (Hydrocephalus)

Kafatası içinde BOS hacminin anormal olarak yükselmesidir. Eğer **hydrocephalus** ile birlikte BOS basıncı da artmış ise bunun nedeni: (1) BOS üretiminde anormal artış, (2) BOS dolaşımının tıkanması veya, (3) BOS'nın emiliminde azalma olabilir. Seyrek olarak **hydrocephalus** normal BOS basıncı ile görülür. Bu hastalarda, compensatuar hypoplasia veya beyin dokusunun atrofisi görülür.

Çeşitlilik

İki tip **hydrocephalus** tarif edilir. Bağlantılı ve bağlantısız. **Bağlantısız hydrocephalus**'ta, BOS yapımı plexus choroideus'dan dördüncü ventrikülün tavanından dışarıya çıkışına kadar olan kısmın herhangi bir yerinde tıkanma söz konusudur. **Bağlantılı hydrocephalus**'ta, ventriküler sistemde BOS'un dolanımında herhangi tıkanıklık yoktur; BOS serbest olarak subraknoid aralığa ulaşır ve basıncın arttığı görülmektedir.

Nedenler

Fazla BOS Yapımı
Bu durum seyrek olarak choroid plexus tümörlerinde görülür.

Dolaşımındaki Engel
Foramen interventriculare'de bir tümör o taraftaki lateral ventrikül drenajını tıkar. Tıkanan ventrikülün plexus choroideus'u ile sürekli salınan BOS çevre sinir dokusunda atrofiye neden olur.

Aqueductus cerebri tıkanıklıkları konjenital, enflamasyon veya tümörün basınç oluşturmasına bağlıdır. Bu da her iki lateral ventrikül'ün ve üçüncü ventrikülün simetrik genişlemesine neden olur.

Dördüncü ventrikülün tavanında orta hatta apertura mediana (foramen Magendi) ve iki yanlardaki recessus lateralis'de yer alan apertura lateralis'lerdeki (foramina Luschka) enflamasyon sızması veya tümör büyümesi sonucu lateral ventrikül'lerin, üçüncü ve dördüncü ventriküllerin simetrik genişlemesine neden olur.

Bazen, menenjit kaynaklı enflamasyon subarachnoid aralığa sızması sonucu beyin hemisferlerin dış yüzeyi tıkanır ve BOS dolaşımını engelenir. Bu durumda yine beyin'deki ventrikül sistemi genişler.

BOS Emiliminin Azalması
Araknoid granülasyon vasıtasıyla BOS'nın emiliminin engellenmesi, enflamasyon sızması venöz tromboz, venöz sinüslerdeki basınç veya V. jugularis interna'daki tıkanma nedeniyle oluşabilir.

Klinik Olarak Beyin Ventriküllerin İncelenmesi

Beyin ventriküllerin boyutu (1) CT ve (2) MRI ve gerekirse intrakranial pneumografi ile incelenebilir.

CT ve **MRI** uygulanması kolay ve zararsızdır. Bu yöntemleri kullanarak ventriküllerin çevresi tanımlanabilir (Bkz. Şek. 1-25 ve 1-26). Beyin tümörlerinin neden olduğu ventriküllerin genişlemesi veya şeklinin değişmesi bu yolla tanımlanır.

İntrakranial pneumografi; esas olarak ventriküllerdeki ve subaraknoid aralıktaki BOS'nın oksijen veya hava ile yer değişmesi esasına dayanır. Hava veya gaz beyin dokusundan veya sıvısından daha az yoğun olmasından dolayı ventriküller ve beyin gri cevheri görüntülenebilir. **Ensefalogram**'da hava veya oksijen lumbal plexus yoluyla verilir. Daha sonra kafa filmi çekilir. **Ventrikülogram**'da hava veya oksijen kafa tasındaki bir delikten iğne ile lateral ventriküllere verilir (çocuklarda suturlardan girilir). Daha sonra kafa filmi çekilir. Ventrikülografi sadece ventrikülleri görüntüler.

Hastalıkta Beyin Omurilik Sıvısı Basıncı ve İçeriği

Nörolojik tanıda BOS incelemesi oldukça yardımcıdır.

Klinik olarak BOS basıncı ölçümü sayfa 19'da anlatılmıştır. Basınç artması nedenleri genellikle menenjit, ödem nedeniyle beyin hacminin artması, tümör oluşumu, serebral abseler veya hematomun varlığı görülür.

BOS'nın gross görüntüsü oldukça değerlidir. Normalde açık ve renksizdir. Bulanık görüntü polimorfonüklear lokosit yada aşırı protein göstergesidir. Beyaz hücrelerdeki artış beyin zarlarında enflamasyon göstergesi olabilir. Protein miktarındaki artış vasküler geçirgenlikte farklılığa ve proteinin BOS'ına geçişini gösterebilir. Protein içeriğinin artması tuberküloz menenjit ve poliomiyelit durumunda görülür. Multiple sklerozda, beyin ve medulla spinalis'de immunoglobulin üretim artışından dolayı gamma globulin artar.

Normal BOS kırmızı kan hücreleri içermez. Gross olarak BOS'sında kanın görülmesi ponksiyon esnasında V. vertebralis'den kaynaklanan kontaminasyon'dandır. BOS'nın tümünün aynı şekilde kana boyanması subaraknoid hemarjda görülür. BOS, subaraknoid hemarjdan sonra oxyhemaglobin'in varlığı sarı renk yada **xanthochromia** sebebidir.

Normal BOS'da dört'den az beyaz hücre bulunur. Bakterial enfeksiyonlarda milimetre küpte binlerce beyaz hücre bulunur. Sinir sistemin viral enfeksiyonunda az miktarda lenfosit reaksiyonu oluşur. Beyin tümörleri, beyin enfarktlarında ve multiple skleroz'da da lenfosit sayısında hafif artış gözlenir.

Bakterial menenjit'te BOS'ındaki glukoz yok olur ancak viral enfeksiyonlarda normal düzeydedir. BOS'nın fiziksel karekteristik özellikleri ve içeriği Tablo 16-1'de gösterilmiştir.

Vertebral Kanalda Subaraknoid Aralığın Tıkanması

Beyin zarlarında yada medulla spinalis'deki bir tümörde vertebral kanalda subaraknoid aralığın tıkanmasına neden olabilir. Tanı için lumbal ponksiyon oldukça değerlidir. Sakince yan yatan ve ağız solunumu yapan hastada normal BOS basıncı 60 mm ve 150 mm sudur. Eğer BOS akımı subaraknoid aralıkta tıkanmışsa basınçdaki normal aralık azalır yada yok olur. Boyunda v. jugularis internaya uygulanacak bası beyin venöz basıncını artırır ve araknoid villi ve granülasyonlarında BOS emilimini azaltır, buda monometrik okumada BOS basıncının artışına neden olur. Eğer bu durum oluşmaz ise subaraknoid aralık tıkanmıştır ve hasta **+ Queckenstedt** işareti gösterir. Cauda equina bölgesinde tümor vertebral kanalı tamamen kapatır mı? Hayır, BOS ponksiyon iğnesinden dışarı akar.

Normalde BOS renksizdir. Tümör varlığında BOS protein içeriğindeki artış sebebi ile sarıya döner ve pıhtılaşır.

Dördüncü Ventrikül Tümörleri

Tümörler, cerebellum'un vermis'inden yada pons'dan kaynaklanabilir ve dördüncü ventrikül'e yayılabilir. Ventrikül'ü örten ependim hücrelerinden orijin alan **ependimomalar** da vardır. Bu bölgedeki tümörler, cerebellum'a geçebilir ve cerebellar yetersizlik belirtilerine neden olabilir yada ventrikül tabanının altında yatan hypoglossal ve vagal nukleuslar gibi hayati fonksiyonları (örneğin dil hareketleri, yutkunma, solunum, kalp ritmi ve kan basıncı) kontrol eden merkezlere bası yapabilir.

Fetus Ve Yeni Doğanda Kan-Beyin Bariyeri

Fetus'te kan-beyin bariyeri tam gelişmediği için, yeni doğan ve prematüre çocukta toksik maddeler, örneğin bilirubin kolaylıkla santral sinir sistemine girebilir, bu da beyinin sararmasına ve kernicterus'a neden olabilir. Bu erişkinde mümkün değildir.

Beyin Travması Ve Kan-Beyin Bariyeri

Beyin'deki herhangi bir hasar, direkt travma, enfeksionel veya kimyasal toksik durum, kan- beyin bariyerin ortadan kakmasına ve büyük moleküllerin sinir sistemine serbestçe düfüzyonuna neden olmaktadır. Bu durumun nedeni, vasküler endotel hücrelerin gerçek yıkımı veya bu hücrelerdeki sıkı bağlantıların kopmasıdır.

İlaçlar Ve Kan-Beyin Bariyeri

Penisilin'in sistemik olarak verilmesi, santral sinir sistemine az miktarda geçişi ile sonuçlanır. Neyse ki öyle, çünkü penisilinin yüksek konsantrasyonlarının santral sinir sistemine toksik etkisi vardır. Ancak, menenjit durumunda, meninksler, enfeksiyon yerinde bölgesel olarak daha geçirgen hale gelirler ve buda yeterli antibiyotiğin bu bölgeye ulaşmasını sağlar.

Chloramphenicol ve tetracyclin'ler, kan-beyin bariyerini geçerek sinir dokusuna ulaşır.

Sulfonamid'li ilaçlar da kan-beyin bariyerini geçer. Yağda eriyen maddeler örneğin, anestetik ajanlar, thiopental'in intravenöz enjeksiyonu sonrası hızlıca beyine geçer. Ancak, suda eriyen maddeler örneğin eksojen nörepinefrin kan - beyin bariyerini geçemez. Phenylbutazone plazma proteinlerine bağlanır ve oluşan büyük molekül bariyeri geçemez.

Üçüncü aminlerin çoğu örneğin, astropine yağda eriyen ve çok çabuk olarak beyine girer ancak dördüncü bileşikler örneğin atropine methylntrate giremez.

Parkinson hastalığı, corpus striatumdan salınan nörotransmiter madde dopaminin eksikliğidir. Ancak dopamin parkinson tedavisinde kullanılmaz; çünkü kan - beyin bariyerini geçemez.

L-Dopa ise kan-beyin bariyerini geçer ve parkinson tedavisinde başarı ile kullanılmaktadır.

Tümörler ve Kan-Beyin Bariyeri

Beyin tümörlerini besleyen damarların genellikle kan-beyin bariyerleri yoktur. Anaplastik malign asterositomas glioblastomas ve ikincil metastas tümörlerinin normal bariyerleri bulunmamaktadır. Ancak yavaş büyüyen tümörlerin normal vasküler bariyerleri bulunmaktadır.

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ

1. 55 yaşlarında bir hasta beyin tümörü şüphesi ile araştırılıyor. CT görüntüleri sol ventrikülde genişleme ve deformasyon göstermektedir. Bu hastada beyin ventriküllerini açığa çıkarmak için başka ne tip bir araştırma sürdürülmelidir? Nöroanatomik bilgilerinizi kullanarak hastadaki tümörün yerini tanımlayınız?
2. 3 yaşındaki çocuk, yaşına göre kafa tası çapının çok büyük olması nedeniyle hastaneye getirildi. Dikkatli alınan bir anemnezi ve detayli fiziksel muayene sonrası hydrocephalus tanısı kondu. Çocuklarda hydrocephalus'a neden olabilecek 3 neden söyleyiniz?
3. 50 yaşındaki hastada oftalmoskopik inceleme sonucu her iki optik diskte ödem (bilateral papilledema) ve v. retinalis'te konjesyon tespit edildi. Bu

durumun nedeni, hızlı büyüyen intrakranial bir tümör olduğu bulundu. Nöroanatomi bilgilerinizi kullanarak papilla ödemini anlatınız. Hastada neden bilateral papilledema görüldü?

4. 38 yaşında bir adam devamlı başağrısı, kusma ve yürümedeki bazı düzensizlik belirtileri ile bir sinir cerrahisi kliniğine kabul edildi. Başağrısı 6 hafta önce başladı ve giderek kötüleşti. Muayenesinde yataktan desteksiz olarak kalkamadığı tespit edildi. Vücudun sağ taraf ekstremitelerinde, biraz tonus kaybı vardı. Hasta ayakta iken yapılan muayenesinde belirgin bir dengesizlik gösterdi. Kranial sinirlerin muayenesinde sağ kulakta santral işitme kaybı bulundu. Oftalmoskop muayenesi ciddi bilateral papilla ödemi gösterdi. Nöroanatomi bilgilerinizi kullanarak, bu hastadaki belirtileri izah ediniz ve tanıyı koymaya çalışınız.
5. 4 yaşında bir kızın tüberküloz menenjitli olduğu tespit edildi. Derhal hastaneye götürüldü ve streptomisin + izoniazid kombinasyonu başlandı. Bu tedavi başlar başlamaz, yapışıklıkların oranını azaltmak için tedaviye steroid hormonlar da ilave edildi. Hasta hiç komplikasyonsuz tam olarak iyileşti. Nöroanatomi bilgilerinizi kullanarak subaraknoid aralıktaki yapışıklıkların önlenmesinin niçin önemli olduğunu açıklayınız.
6. 5 yaşındaki kız çocuğu; baş ağrısı, genel halsizlik, kusma gibi semptomlarla hastaneye kabul edildi. Muayene sonucu, vücut ısısı 104°F ve nabzı oranı yüksek olduğu tespit edildi. Boyun flexiyonu ağrıya sebep olmaktaydı, hastanın uyluk ve diz eklemlerinin fleksiyon'una neden olmaktaydı. Lumbal ponksion sonucu BOS'nın bulanık olduğu ve basıncın 190 mm su'ya yükseldiği bulundu. BOS'nın mikroskobik incelenmesi çok sayıda polimorfonüklear lökositin varlığını gösterdi. Menenjit teşhisi kondu. Yapılan kültür sonucu da enfeksiyonun meningococus menenjit türü olduğunu ortaya koydu. Doktor, okuduğu kitaplardan menenjit tedavisinde, kan - beyin bariyerinin, antibiyotik kullanımındaki önemini hatırladı. Kan - beyin bariyeri nedir? Kan - beyin bariyerinin varlığı, bu hastada seçeceğiniz antibiyotiği ve dozunu etkiler mi?
7. Çocuk hastanesinde bir vizit sırasında, pediatrist 4 günlük bir bebeğin sarılık olduğunu, serum bilirubin seviyesinin 45 mg/100 ml olduğunu ve şimdiye kadar safra pigmentinin beyini sarıya boyamış (kernicterus) olabileceği konusunda öğrencilere bilgi verdi. Bebek'deki sinirsel hasar, klinik olarak, uyuşukluk, zayıf yeme alışkanlığı ve sıkça kas spazmı olarak ortaya kondu. Doktor prognozunun oldukça zayıf olduğunu söyledi. Öğrencilerden bir tanesi safra pigmentinin bebek üzerinde niçin bu kadar dramatik etkisi olduğunu anlayamadı. Kısa süre önce pancreas başı tümörü sonucu ductus choleoducus'u tıkanmış inoperable, ölmekte olan bir hasta incelemişti. Hasta'da deri koyu sarı idi. Bunun dışında, kandaki yüksek safra tuzu konsantrasyonuna bağlı olarak şiddetli deri iritasyonu, kilo kaybı, dışında hastada hiçbir belirti ve hiçbir nörolojik anomali görülmedi. Erişkin'de hiç bir değişiklik görülmez iken bebekte neden böyle bir sinirsel hasara neden olduğunu anlatınız.
8. Kan-beyin bariyerinin bulunmadığı 5 bölge sayınız. Bazı beyin bölgelerde kan-beyin bariyerinin bulunmayışının önemi nedir?

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMLERİNİN YANITLARI

1. MRI ventrikül yapısını çok iyi gösterir. Bu metot yeterli bilgi vermediği durumlarda ventrikülogram çektirilebilir. Bu işlemde kafatasındaki bir delikten iğne ile lateral ventrikül'e girerek hava veya oksijen verilir. Ventriküler sistemden sadece sol ventrikülün genişlemesi ve bozukluğu, sol foramen interventrikülare'de bir tümörün varlığını ve bu nedenle burada bir tıkanıklığı düşündürebilir. Bu durum CT scan ile teyit edilebilir.
2. Hydrocephalus kafa tasında BOS'nın anormal olarak artması durumudur. Aquaductus cerebri'nin konjenital atrezisi, menenjit, tümör, araknoid granülasyonların tıkanması, subaraknoid kanama veya inflamatuar exudate ile tıkanması bu durumun önde gelen nedenleridir.
3. Subaraknoid aralık, intrakranial olarak göz bebeğinin arkasında n. opticus etrafında uzanır. Intrakranial bir tümör sonucu BOS basıncı artar, buda ince çeperli v. retinalis'lerin, subaraknoid aralıkta uzanarak n. opticus'a girerken basıya uğramasına neden olur. Sonuçta retinal venin konjesyonu ve discus nervi optici'nin ödemi ortaya çıkar. Her iki gözdeki subaraknoid boşluğun intrakranial subaraknoid aralık ile devamlılığı sonucu bilateral papilledema görülür.
4. Kişi opere edildi ve vermis cerebelli'nin büyük bir astrositoma'sına sahip olduğu görüldü. Tümör, internal hydrocephalus'a neden olmuş ve ventrikülün tabanına bası yapacak kadar ciddi biçimde dördüncü ventrikül boşluğunu istila ediyordu.

   Baş ağrısı ve devamlı kusmalar, büyüyen tümörün sebep olduğu intrakranial basınç artışının sonucuydu. Tümör, dördüncü ventrikülün çatısındaki median ve lateral açıklıkları da kapattığı için bir internal hydrocephalus'a neden oluyor ve bu durum kafa içi basıncını daha da artırıyordu. Bilateral papilla ödemi, kafa içi basınç artışı nedeniyleydi. Yataktan kalkamama (trunkal ataksia) ve ayaktayken olan denge kaybı, tümörün vermis cerebelli'yi tutması

kaynaklıydı. Sağ taraf ekstremitelerin kaslarındaki tonus kaybı, sağ serebellar hemisferi tutan tümörün yayıldığını gösteriyordu. Sağ taraftaki santral işitme kaybı, tümör kitlesi tarafından sağ taraf sekizinci kranial sinirin çekirdeklerinin tutulması sonucuydu. Hasta cerrahi girişimden 6 ay sonra öldü.

5. Steroid hormonlar (örneğin prednizon) normal inflamatuar reaksiyonu inhibe eder ve böylece fibröz yapışıklıkların insidansını azaltır. Bu yapışıklıkların oluşumunun önlenmesi önemlidir. Çünkü dördüncü ventrikülün çatısındaki açıklıkları kapatarak, ventriküler sistem içinden subaraknoid aralık içine serebrospinal sıvının geçmesini engelleyebilirler. Aynı zamanda yapışıklıklar, serebrospinal sıvının serebral hemisferler üzerinden akışını önleyebilir yada sıvının araknoid granülasyonlar içine absorpsiyonunu da azaltabilir. Böylece meninkslerin yapışıklıkları hydrocephalus'la sonuçlanabilir.
6. Kan-beyin bariyeri, yarıgeçirgen, kan ile beyinin sinir doku'sunun extrasellüler aralığı arasında bulunur. Su, gaz, glükoz, elektrolitler ve aminoasitlerin geçişine izin verir iken büyük molekül ağırlığı olan maddelerin geçişine izin vermez. Evet, kan-beyin bariyerinin varlığı antibiyotik seçimini ve dozunu etkiler. Penisilin antibiyotiğinin normal insana intramusküler olarak enjekte edilmesi sonucu beyin omurilik sıvısındaki konsantrasyonu kan'a oranla çok daha düşüktür. Bunun nedeni, kan-beyin ve kan-beyin omurilik sıvısı bariyerinin varlığıdır. Meninks'lerin iltihabı, meningeal kan damarlarının geçirgenliğinin artması olarak sonuçlanır ve buna bağlı olarak beyin omurilik sıvısında penisilin konsantrasyonu artar. Menenjit tedavisinin etkili olabilmesi için penisilin'in intravenöz olarak yüksek dozda verilmesi önemlidir.

   Tam tersi olarak, choramphenicol ve sulfonamid'ler kan-beyin ve kan-beyin omurilik sıvısı bariyerlerini hızlı bir şekilde geçer, böylece yeterli konsantrasyonlarda beyin omurilik sıvısı içinde elde edilir.
7. Kan-beyin bariyeri yeni doğanda tam olarak gelişimini tamamlamamıştır ve erişkinden daha geçirgendir. İndirek bilirubin yeni doğanda bariyeri geçer iken, erişkinde geçemez. Yeni doğanda, safra pigmenti beyin dokusunun extrasellüler aralığına ulaşmasıyla, ardından nöron ve nöroglia hücre'lerine de geçer. Buda, anormal hücre fonksiyonu ve zamanla hücre ölümüne neden olur.
8. Pineal bez, hipofizin lobus posterior'u, tuber cinerium, recessus opticus'un duvarı ve dördüncü ventrikülün alt ucundaki area postrema gibi beyin bölgelerinin kapiller endotelium'u açık fenestrasyona sahip olup, proteinler ve küçük organik moleküllerin geçişlerine olanak vermektedirler. Bu bölgelerde kan-beyin bariyeri yoktur. Pineal bezinde kan-beyin bariyerinin bulunmayışının önemi bilinmemektedir. Ancak, pinealositlerin normal çalışması için, kan plazması ile yakın ilişkili olabileceğini, bu yola kandaki hormon konsantrasyonlarının ölçebileceği düşünülmüştür.

   Hypothalamus bölgesinde kan-beyin bariyerinin yokluğu, bu beyin bölgesinin plazma kimyasal içeriğinin ölçerek uygun metabolik aktivite modifikasyonlarının oluşması ve aynı zamanda bir bütün olarak sinir dokusunu korunmasını sağlar.

ÇALIŞMA SORULARI

Açıklama: Bu bölümde numaralandırılmış soruların her birini harfli yanıtlar izlemektedir. Harflerle belirtilen yanıtlardan doğru olanı seçiniz.

1. Ventrikül sistemi ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Aqueductus cerebri üçüncü ventrikülü dördüncü ventriküle bağlar.
   (b) İki lateral ventriküller direkt olarak birbiriyle foramen Monro aracılığı ile bağlantılıdır.
   (c) Ventriküller embriyonik endoderm'den gelişir.
   (d) Squamous epitel ile kaplıdırlar.
   (e) Plexus choroideus sadece lateral ventrikülde bulunur.
2. Ventrikül sistemi ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Dördüncü ventrikülün tabanı dikdörtgendir.
   (b) Dördüncü ventrikülün tavanına pineal bez asılıdır.
   (c) Kalp ve kan basıncını kontrol eden merkezler üçüncü ventrikülün tabanında yer alır.
   (d) Lateral ventrikülün plexus choroideus'u medialinden boşluğa girer ve fissure choroidea'ya uzanır.
   (e) Foramen Magendi dördüncü ventrikülün tavanındaki bir açıklıktır.
3. Kan-beyin bariyeri ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Düşük molekül ağırlığındaki toksik birleşiklerden korur.
   (b) Glandula pineale'de mevcuttur.
   (c) Kan kapillerlerindeki endotel hücreleri fenestratalı değildir.
   (d) Kan kapillerlerindeki endotel hücreleri sıkı bağlantı ile bir arada tutulur.
   (e) Parkinson hastalığının tedavisinde L-Dopa'nın bariyerden geçme zorluğu vardır.
4. Kan-beyin bariyeri ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Chloramphenicol ve tetracycline bariyeri geçemezler.
   (b) Yeni doğanda kan-beyin bariyeri tam olarak gelişmemiştir.

(c) Beyin travması veya enflamasyon'un kan-beyin bariyerinin geçirgenliği üzerinde çok az etkisi bulunmaktadır.
(d) Bariyerden gaz ve su geçişi güçlükle olur.
(e) Glukoz ve elektolitler hızlı şekilde bariyeri geçer.

5. Kan- BOS bariyeri ile ilgili olarak aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
(a) Choridal epandimal hücreleri arasındaki kemer şeklindeki sıkı bağlantılar bariyeri oluşturur.
(b) Glukozun dışında, proteinler ve hexozların bir çoğu bariyeri geçer.
(c) Bariyerden gaz ve su geçemez.
(d) Yağda eriyen maddelerin bariyerden geçme güçlüğü vardır.
(e) Endotel hücrelerinin bazal membranlarının bariyer oluşumunda önemli görevleri bulunmaktadır.

6. Aşağıdaki yapılar dördüncü ventrikülün tavanı ile ilgilidir:
(a) Tectum mesencephali
(b) Plexus choroideus
(c) Glandula pineale
(d) Corpus callosum
(e) Beyin hemisferlerinin temporal lobları

7. Aşağıdaki ifadelerden hangisi dördüncü ventriküldeki BOS ile ilgilidir:
(a) Özellikle aquaductus cerebri'deki plexus choroideus tarafından oluşur.
(b) Mezensefalonu foramen interventrikülare yolu ile terk eder.
(c) Foramen Luschka aracılığı ile medulla spinalis'e girer.
(d) Koyu sarı renktedir.
(e) Dördüncü ventrikülün tavanında bulunan apertura aracılığı ile subaraknoid aralığa geçer.

8. Dördüncü ventrikülün lateral duvarları hangi yapı tarafından oluşur?
(a) Tentorium cerebelli
(b) Sulcus limitans
(c) Pedunculi cerebelli
(d) Pedunculi cerebri
(e) Striae medullares

9. Aşağıdaki çekirdeklerden hangisi dördüncü ventrikülün tabanının altında yer alır?
(a) Oculomotor çekirdek
(b) Trochlear çekirdek
(c) Trigeminal çekirdek
(d) Hypoglossal çekirdek
(e) Olfactor çekirdek

10. Aşağıdaki ifadelerden hangisi üçüncü ventrikül ile ilgilidir?
(a) İki thalamus arasında yer alır.
(b) Lateral ventrikül ile aquaductus cerebri aracılığı ile bağlantılıdır.
(c) Foramen interventrikülare yolu ile dördüncü ventrikül ile devam eder.
(d) Plexus choroideus tabanında yer alır.
(e) Plexus choroideus a. cerebri posterior tarafından beslenir.

11. Aşağıdaki ifadelerden hangisi subaraknoid aralık ile ilgilidir?
(a) BOS ve serebral arterleri bulunurken serebral venler bulunmaz.
(b) Cisternalarla bağlantısı yoktur.
(c) Dördüncü ventrikül, tek bir foramen aracılığı ile ona açılır.
(d) Bu aralık kranial ve spinal sinirleri kafayı ve kanalis vertebralis'i terk edene kadar sarmaz.
(e) Araknoid ile pia arasındaki boşluktur.

12. Aşağıdaki ifadelerden hangisi BOS yapımı ile ilgilidir?
(a) Sıvıların hiçbiri beyin dokusundan oluşmaz.
(b) Büyük ölçüde plexus choroideus tarafından oluşur.
(c) Choroid plexusu örten ependim hücreleri tarafından pasif olarak üretilir.
(d) Sıvı 5 ml /dak. oranında sürekli üretilir.
(e) Sıvı subaraknoid aralığa beyin ve medulla spinalis'in lenfatik damarları ile dökülür.

13. Aşağıdaki ifadelerden hangisi BOS ile ilgilidir?
(a) Ventriküllerdeki dolaşımı plexus choroideus pulsasyonu ile desteklenmez.
(b) Subaraknoid aralıkta 5. sakral vertebra seviyesine kadar iner.
(c) V. jugularis interna'ya boyun bölgesinde bir bası subaraknoid aralıkta BOS basıncını artırır.
(d) Ventriküler sistemi ventriküler foramenler aracılığı ile terk eder.
(e) Subaraknoid aralıktaki dolaşımı serebral ve spinal venlerle desteklenir.

14. Aşağıdaki ifadelerden hangisi BOS geri emilimi ile ilgilidir?
(a) Sıvı, araknoid villileri oluşturan hücrelerden aktif transport yolu ile kana geçer.
(b) BOS emilimi subaraknoid aralıktaki venlere ve perineural lenf damarlara olur.
(c) BOS emiliminde araknoid villiler önemli rol oynar.
(d) Araknoid villilerin içersinde yer alan ince tübüller BOS venöz sinüslere akımında minor rol oynarlar.
(e) Hydrocephalus, BOS'nın ventrikül sistemi içersinde akımında ve ventrikül sistemden subaraknoid aralığa geçişindeki tıkanıklıktır.

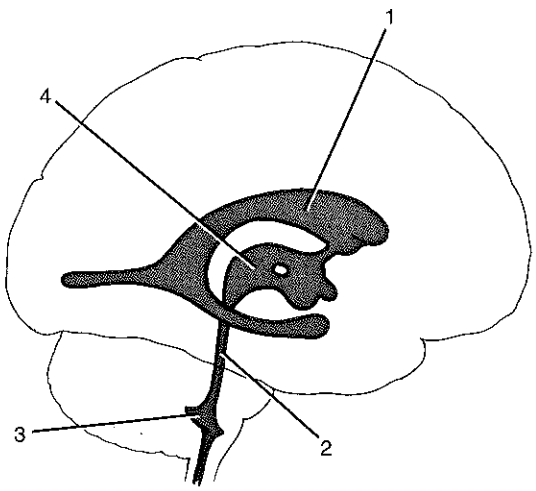
Eşleştirme soruları: Aşağıdaki sorular Şekil 16-24 ile ilgilidir. Sol tarafta verilen numaraları sağ tarafta uygun gelen yapılar ile eşleştiriniz. Bir yanıt birden fazla kullanılabilir.

15. Numara 1
16. Numara 2
17. Numara 3
18. Numara 4

(a) Aqueductus cerebri
(b) Lateral ventrikülün pars centralis'i
(c) III. ventrikül
(d) IV. ventrikül
(e) Hiçbiri

Açıklama: Olgu hikayesini takiben sorular bulunmaktadır. Olgu'yu okuyup doğru cevabı veriniz.

24 yaşında bir bayan yeni olarak şiddetli baş ağrısı ve bir kaç kez sabah kusmaları şikayeti ile nöroloğa göründü. Detaylı fiziksel muayene cerebellum ile ilgili tümörü



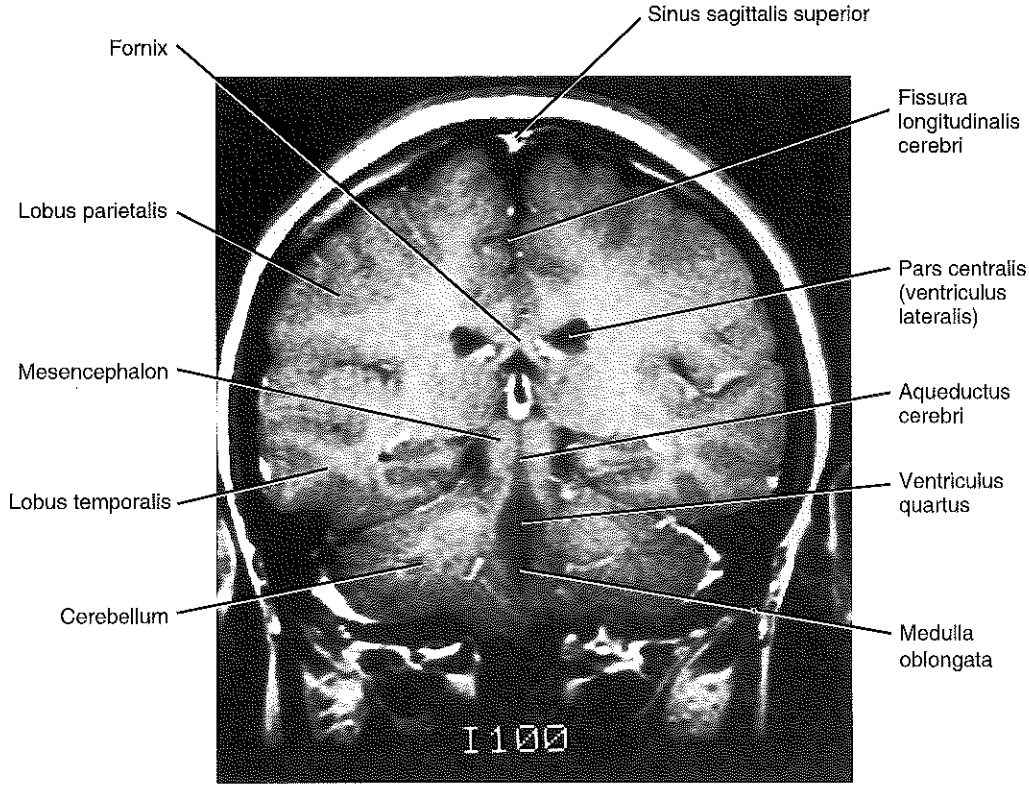
Şekil 16-24 Ventriküler boşlukların sınırlarının görüldüğü beynin lateral görünümü.

düşündürmekteydi. Hekim beyin MR'ı çekilmesini ve özellikle fossa kranii posterior'un referans alınmasını önerdi.

19. Şekil 16-25 dördüncü ventrikülden geçen koronal MR'ı göstermektedir. Radyolog aşağıdaki gözlemlerden biri hariç hepsini rapor eder. **Hariç** olan hangisidir.
    (a) Kafa kemiklerinde anormallik yoktur.
    (b) Serebral korteks düzgün görünümdedir.
    (c) Dördüncü ventrikül boşluğu genişlemiş ve normalden daha büyüktür.
    (d) Lateral ventrikül'ün corpusu normal görünümdedir.

21 yaşındaki hamile kadın partiye davetliydi; parti esnasında bir kaç cin-tonik içti. Bu partiyi takiben 3 haftalık periyot boyunca bir kaç partiye daha katıldı ve yoğun alkol aldı. 6 hafta sonra konjenital hidrosefalus'lu bir erkek çocuğu dünyaya getirdi.

20. Pediatrik nörolog dikkatli şekilde anneyi sorguladı. Biri haricinde aşağıdaki doğru sonuça vardı. **Hariç** olan hangisidir?
    (a) Hamilelik esnasında yoğun alkol akımının gelişen fötus üzerinde etkisi yoktur.
    (b) Yoğun alkol alımı 1. trimestir dönemine gelmektedir.
    (c) Alkol plasenta bariyerini geçerek fetal sirkülasyonuna karışmıştır.
    (d) Alkol aynı zamanda fetal kan-beyin bariyerini geçerek beyine ulaşmıştır.
    (e) Nörolog, hydrocephaly'den alkolün toksik etkisi sorumlu olabileceği görüşünündedir.



Şekil 16-25 Kemik yapılar ve nöral örtüler ile dördüncü ventrikülün görüldüğü, rhombencephalondan geçen koronal MRI (kontrastlı).

ÇALIŞMA SORULARININ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. Doğru cevap A. Aqueductus cerebri 3. ventrikül ile 4. ventrikülü birbirine bağlar (Şek. 16-4). B. İki lateral ventrikül foramen interventriculare (foramen Monro) ile direkt olarak birbirine bağlı değildir (Şek. 16-2). C. Ventriküller embrioda nöral tüpten gelişirler. D. Ventriküler sistem, kübik veya kolumnar hücrelerden oluşan tek bir katman olan ependimden gelişir. E. Plexus choroideus lateral ventriküller, 3. ve 4. ventrilüllerde bulunur.

2. Doğru cevap D. Lateral ventrikül plexus choroideus medial tarafında bulunan kaviteye fissura choroideus içerisinden uzanır (Şek. 16-6). A. 4. ventrikülün tabanı (fossa rhomboidea) elmas şeklindedir. B. Corpus pineale, 4. ventrikülün tavanına bağlı değildir (Şek. 16-4). C. Kalp hızını ve kan basıncını düzenleyen merkezler 4. ventrikül tabanının hemen altında bulunur (Şek. 16-11). E. Foramen Magendie 4. ventrikül tavanında bulunan bir açıklıktır. (Şek. 16-12)

3. Doğru cevap C. Kan-beyin bariyerini oluşturan kapiller sistemde endotel hücreler fenestrasızdır. A. Kan-beyin bariyeri beyni yüksek molekül ağırlıklı toksik maddelerden korur. B. Pineal bezde kan-beyin bariyeri bulunmaz. D. Kan-beyin bariyerini oluşturan kapiller endoteli birbirine lokalize "sıkı bağlantı" lar ile bağlı değildir, endotel hücrelerinin çevresinden geçerler. E. Parkinson Hastalığı tedavisinde kullanılan L-Dopa kan-beyin bariyerini geçer.

4. Doğru cevap B. Yenidoğanda kan-beyin bariyeri tam gelişmemiştir. A. Chloramphenicol ve tetrasiklinler kan-beyin bariyerini geçebilirler. C. Cerebral travma veya inflamasyon, kan-beyin bariyerinin bütünlüğüne zarar verebilir. D. Gazlar ve su kan-beyin bariyerini rahatça geçer. E. Glukoz ve elektrolitler kan-beyin bariyerini yavaşça geçer.

5. Doğru cevap A. Kan-BOS bariyerini, choroid epandim hücreleri arasındaki kemer benzeri sıkı bağlantılar oluşturur. B. Proteinler ve glukoz dışındaki heksozlar Kan-BOS bariyerini geçemezler. C. Gazlar ve su bariyeri rahatça geçer. D. Yağda çözünen maddeler bariyeri rahatça geçer. E. Endotel hücrelerin bazal membranı bariyerin oluşumuna katılmaz.

6. Doğru cevap B. Plexus choroideus 4. ventrikül tavanında bulunur.

7. Doğru cevap E. 4. ventrikülde bulunan beyin omurilik sıvısı, subaraknoid mesafeye ventrikülün tavanında bulunan açıklıklardan geçer (Şek. 16-13). A. 4. ventrikülde bulunan BOS temelde lateral, 3. ve 4. ventrikül plexuslarında üretilir. B. Aqueductus cerebri ile orta beyni terk eder (Şek. 16-17). C. 4. ventrikülde bulunan BOS canalis centralis aracılığıyla spinal kord içerisine girer (Şek. 16-7). D. BOS berrak ve renksizdir.

8. Doğru cevap C. 4. ventrikül lateral sınırları pedunculi cerebelli tarafından oluşturulur.

9. Doğru cevap D. Nucleus nervi hypoglossi 4. ventrikül tabanı altında bulunur. (hypoglossal üçgen Şek. 16-11)

10. Doğru cevap A. 3. ventrikül, iki thalamus arasında bulunur (Şek. 16-5). B. 3. ventrikül , lateral ventriküller ile foramina interventricularis ile bağlantıdadır (Şek. 16-2). C. 3. ventrikül, aqueductus cerebri aracılığıyla 4. ventrikül olarak devam eder. D. 3. ventrikül plexus choroideus'u ventrikül tavanındadır (Şek.16-8). E. 3. ventrikül plexus choroideus'u, arteria carotis interna ve arteria basilaris ile beslenir.

11. Doğru cevap E. Subaraknoid aralık, araknoid mater ve dura mater arasında bulunur (Şek.16-1). A. Subaraknoid mesafede BOS, serebral arterler ve venler bulunur. B. Subaraknoid mesafe cisternlerle serbest bağlantıdadır. C. 4. ventrikül subaraknoid mesafeye tavanında bulunan 3 adet açıklıkla boşalır (Şek.16-1). D. Subaraknoid mesafe, kranial ve spinal sinirleri kafatasını ve vertebral kanalı terk ettikleri noktaya kadar sarar.

12. Doğru cevap B. BOS'un büyük kısmı plexus choroideus tarafından üretilir. A. BOS çok küçük kısmı beyin maddesinden gelir. C. BOS plexus choroideus'u sarar ependim hücrelerinden aktif olarak salınır. D. BOS devamlı olarak 0.5 ml/dakika hızında üretilir. E. Beyin ve spinal kord lenfatik dolaşım içermez.

13. Doğru cevap C. Subaraknoid mesafede BOS basıncı, boyundaki vena jugularis interna'lara baskı uygulanırsa artar. A. Ventriküller içerisindeki BOS dolaşımı plexus choroideus içerisinde bulunan arterlerin pulsasyonu yardımıyla gerçekleşir. B. BOS subaraknoid boşluk içerisinde columna vertebralis'te 2. sakral vertebra seviyesine kadar iner (fig16-1). D. BOS ventriküler sistemi foramina Luschka ve Magendie'den terk eder (Şek. 16-1). E. Subaraknoid mesafede BOS dolaşımına cerebral ve spinal arterlerin pulsasyonları yardımcı olur.

14. Doğru cevap C. Araknoid villuslar BOS'un kranial venöz sinüslere dökülmesini sağlar. A. BOS, kan dolaşımına araknoid villusları oluşturan hücrelerden aktif transportla katılmaz. B. Subaraknoid mesafedeki venalar va perineural lenf damarları BOS emiliminde minör role sahiptir. D. Araknoid villuslar

içinde bulunan tübüller, BOS'un venöz sinüslere dökülmesinde önemli rol oynar. E. Kommunikan hydrocephaly'de BOS dolaşımında veya ventriküler sistemden subaraknoid mesafeye olan akımda tıkanıklık yoktur.

15 ila 18 soruların cevapları için Şek. 16-21'e bakınız.

15. Doğru cevap B. 1 Lateral ventrikül'ün pars centralis'idir.
16. Doğru cevap A. 2 Aqueductus cerebri'dir
17. Doğru cevap D. 3 Dördüncü ventrikül'dür.
18. Doğru cevap C. 4 Üçüncü ventrikül'dür.
19. Doğru cevap C . Ventrikül şekil ve büyüklüğü, normal sınırlar içindedir.
20. Doğru cevap A. Çoğu kimyasal madde tüketildiğinde santral sinir sistemine toksiktir, alkol de aşırı tüketildiğinde en zararlı maddelerdendir. İlk trimester boyunca alkol beyne en hassas olduğu dönemde girebilir. Doktor ilaç reçetelemeden önce ilacın kan-beyin bariyerini geçip geçmediğini ve eğer varsa santral sinir sistemine hangi etkilerin olabileceğini bilmelidir.

Ek Okumalar

Boron, W. F., and Boulpaep, E. L. *Medical Physiology.* Philadelphia: Saunders, 2003.

Bradbury, M. W. B. (ed.). *Physiology and Pharmacology of the Blood-Brain Barrier.* New York: Springer, 1992.

Brightman, M. W. The distribution within the brain of ferritin injected into cerebrospinal fluid compartments: II. Parenchymal distribution. *Am. J. Anat.* 117:193, 1965.

Brightman, M. W., and Reese, T. W. Junctions between intimately apposed cell membranes in the vertebrate brain. *J. Cell Biol.* 40:648, 1969.

Broadwell, R. D., and Brightman, M. W. Entry of peroxidase into neurons of the central and peripheral nervous systems from extracerebral and cerebral blood. *J. Comp. Neurol.* 166:257, 1976.

Cervos-Navarro, J., Artigas, J., and Mesulja, B. J. Morphofunctional aspects of the normal and pathological blood-brain barrier. *Acta Neuropathol. (Berl.)* 7(Suppl):1, 1983.

Craig, C. R., and Stitzel, R. E. *Modern Pharmacology* (4th ed.). Boston: Little, Brown, 1994.

Ermisch, A., Brust, P., Kretzschmar R., and Rühle, H. J. Peptides and blood-brain barrier transport. *Physiol. Rev.* 73:489, 1993.

Fishman, R. A. *Cerebrospinal Fluids in Diseases of the Nervous System.* Philadelphia: Saunders, 1992.

Gaab, M. R., and Koos, W. T. Hydrocephalus in infancy and childhood: Diagnosis and indication for operation. *Neuropediatrics* 15:173, 1984.

Klatzo, I. Disturbances of the blood-brain barrier in cerebrovascular disorders. *Acta. Neuropathol. (Berl.)* 8(Suppl):81, 1983.

Lyons, M. K., and Meyer, F. B. Cerebrospinal fluid physiology and the management of increased intracranial pressure. *Mayo Clin. Proc.* 65:684–707, 1990.

Nestler, E. J., Hyman, S. E., and Malenka, R. C. *Molecular Neuropharmacology. A Foundation for Clinical Neurosciences.* New York: McGraw-Hill, 2001.

Neuwelt, E. A. (ed.). *Implications of the Blood-Brain Barrier and Its Manipulation.* New York: Plenum Publishing, 1989.

Oldendorf, W. H. Some clinical aspects of the blood-brain barrier. *Hosp. Pract.* 17:143, 1982.

Pardridge, W. M. *The Blood-Brain Barrier: Cellular and Molecular Biology.* New York: Raven Press, 1993.

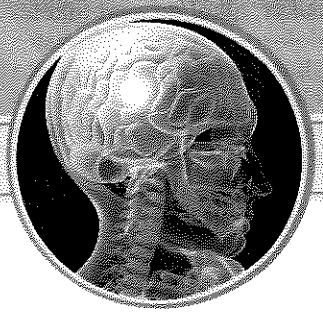
Paulson, O. B. Blood-brain barrier, brain metabolism and cerebral blood flow. *Eur. Neuropsychopharmacol.* 12:495, 2002.

Rhoades, R. A., and Tanner, G. A. *Medical Physiology.* Boston: Little, Brown, 1995.

Strazielle, N., and Ghersi-Egea, J. F. Choroid plexus in the central nervous system: Biology and physiopathology. *J. Neuropathol. Exp. Neurol.* 59:561, 2000.

Westmoreland, B. F., Benarroch, E. E., Daube, J. R., Reagan, T. J., and Sandok, B. A. *Medical Neurosciences* (3rd ed.). Boston: Little, Brown, 1994.

Woolburg, H., and Lippoldt, A. Tight junctions of the blood-brain barrier: Development, composition and regulation. *Vascul. Pharmacol.* 38:323, 2002.



BÖLÜM 17

Çeviri: Dr. Zeki YILDIZ
Dr. Turan PEŞTEMALCI
Dr. Mehmet YILDIRIM

BEYİN VE OMURİLİĞİN KANLANMASI

Altmışbir yaşında bir kadın, süpermarkette yere yıkıldı ve bölge hastanesinin acil bölümüne getirildiğinde koma halinde idi. 24 saat sonra kadının bilinci açıldı ve esas olarak alt ekstremitede olmak üzere vücudunun sol tarafında felç olduğu tespit edildi. Ayrıca sol bacak ve ayağında biraz duyu kaybı da vardı. Kadın normal bir şekilde yutkunabiliyordu ve konuşmasında bir güçlük görülmüyordu. Sol tarafındaki hemipleji ve hemianestezi, sağ serebral hemisferi içeren serebrovasküler bir problemi kuvvetle düşündürüyordu. Bacak ve ayaktaki felç ile duyu kaybının sınırı, sağ anterior serebral arter veya onun dallarından birisinin trombus veya emboli sonucu tıkandığını göstermektedir. Bu tanı, sağ serebral hemisferin medial yüzünde bacak bölümünü besleyen kan akımının olmadığını gösteren Pozitron Emisyon Tomografisi (PET) ile doğrulanmıştır.

BÖLÜM HEDEFLERİ

- Beyin ve omuriliği besleyen temel arter ve venleri gözden geçirmek
- Belirli bir arter tarafından beslenen medulla spinalis ile cortex cerebri alanlarını öğrenmek ve bu arterlerin tıkanması sonucu ortaya çıkacak olan disfonksiyonu anlamak.
- Capsula interna'yı da besleyen kan damarları dahil olmak üzere Willis poligonu damarlarını öğrenmek

Serebrovasküler hastalıklar (stroke, tıkanma, felç), ABD'de ölüm ve hastalık sebepleri içinde hala 3. sırada bulunmaktadır. Bu yüzden, özel bir arter tarafından beslenen medulla spinalis ile cortex cerebri alanlarını bilmek ve bu arterin tıkanması sonucu ortaya çıkacak olan disfonksiyonu anlamak önemlidir. Cortex cerebri'ye çıkan ve cortex cerebri'den inen major yolları içeren capsula interna, arteryel hemoraji veya tromboz nedeniyle hasarlanır ve yollar kesintiye uğrar.

BEYİNİN KANLANMASI

Beyin Arterleri

Beyin, iki a.carotis interna (sağ-sol) ve iki a.vertebralis (sağ-sol) tarafından beslenir. Bu 4 arter, subaraknoid aralık içinde seyreder ve bunların dalları Willis poligonunu (circulus arteriosus cerebri) oluşturmak üzere beyinin alt yüzünde anastomoz yaparlar.

Arteria Carotis Interna

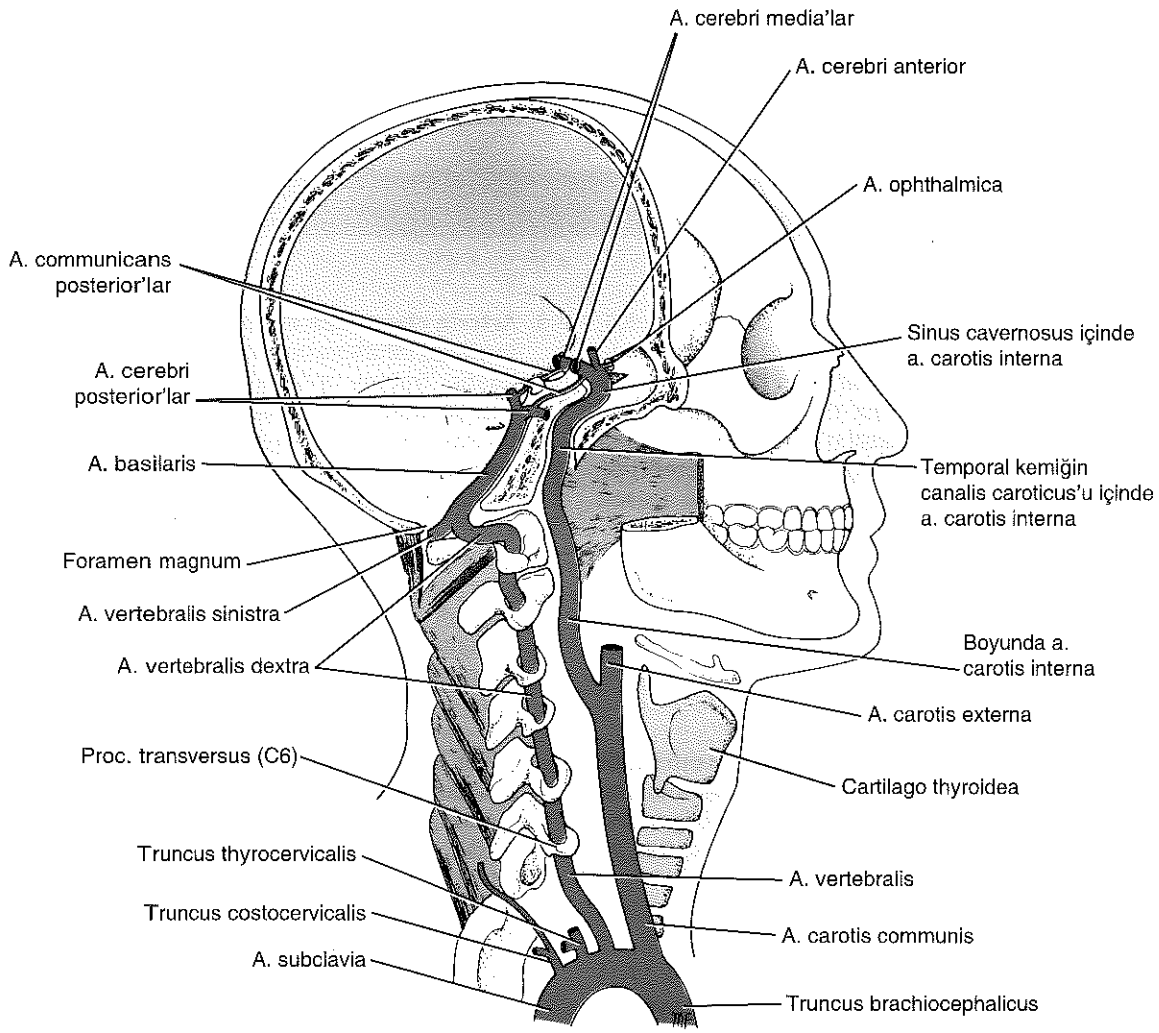
Arteria carotis interna, a.carotis communis'in (Şek.17-1) ikiye ayrıldığı yerden başlar ve genellikle bu ayrılma yerinde a.carotis communis, **sinus caroticus** adı verilen lokalize bir şişkinliğe sahiptir. A.carotis interna, boyunda yukarıya doğru yükselir ve temporal kemiğin canalis caroticus'u içinde ilerleyerek kafatası tabanından kafatası içine girer. Sonra sinus cavernosus boyunca öne doğru horizontal olarak ilerler ve dura mater'i delerek processus clinoideus anterior'un içyan tarafında açığa çıkar. Arter bu noktada arachnoidea mater'i de delip subaraknoid aralığa girer ve sulcus lateralis cerebri'nin medial ucuna gitmek için arkaya doğru dönüş yapar. Bu uç noktasında a.carotis interna, **a.cerebri anterior** ve **a.cerebri media** olarak ikiye ayrılır (Şek.17-1 ve 17-2).

Serebral Bölümünün Dalları

1. **Arteria ophthalmica**, a.carotis interna'nın sinus cavernosus'u hemen terk ettiği yerde a.carotis interna'dan ayrılır (Şek.17-1). N.opticus'un alt ve dışyan tarafında olarak canalis opticus'un içinden geçerek orbita'ya girer. A.ophthalmica, göz ve diğer orbital yapıları besler; uç dalları ise scalp'ın frontal bölümü, frontal ve etmoidal sinüsler ile burunun sırt bölümünü beslemektedir.
2. **Arteria communicans posterior**, a.carotis interna'nın terminal bifurkasyonuna yakın olarak çıkan küçük bir daldır (Bkz. Şek.17-1 ve 17-2). A.communicans posterior, n.oculomotorius'un üzerinde olarak a.cerebri posterior ile birleşmek ve böylece **Willis poligonunu** oluşturan bölüm olarak arkaya doğru uzanır.
3. **Arteria choroidea anterior**, yine a.carotis interna'nın terminal bifurkasyonuna yakın olarak çıkan küçük bir daldır. Tractus opticus'a yakın olarak arkaya doğru uzanır, lateral ventrikülün cornu inferior'una girer ve plexus choroideus'ta sonlanır. Crus cerebri, corpus geniculatum laterale, tractus opticus ve capsula interna dahil olmak üzere çevresindeki yapılara çok sayıda küçük dallar verir.
4. **Arteria cerebri anterior**, a.carotis interna'nın daha ince olan uç dalıdır (Bkz. Şek.17-2). Nervus opticus'un üstünde olarak öne ve iç yana doğru uzanır ve cerebrum'un fissura longitudinalis'ine girer. Burada, a.cerebri anterior **a.communicans anterior** aracılığı ile karşı taraf a. cerebri anterior'a bağlanır. Corpus callosum'un üzerinden geriye doğru kıvrılır ve sonuçta a.cerebri posterior ile anastomozlaşır (Şek.17-3, Bkz. Şek.17-8). **Kortikal dalları**, sulcus parieto-occipitalis'in arkasına kadar cortex cerebri'nin medial yüzünün tamamını besler (Bkz. Şek.17-3). Ayrıca buraya komşu korteksin lateral yüzünün 1 inçlik (2,5 cm) dar bir kısmını da besler. Böylece a.cerebri anterior, gyrus precentralis'in "bacak bölgesini/alt ekstremite bölgesini" beslemiş olur. **Merkezi (sentral) dalların** bir grubu substantia perforata anterior'u deler ve nucleus caudatus, nuc. lentiformis ile capsula interna'nın beslenmesine yardım eder.
5. **Arteria cerebri media**, a.carotis interna'nın en kalın dalıdır ve sulcus lateralis cerebri içinde laterale doğru seyreder (Bkz. Şek.17-2). **Kortikal dalları**, a.cerebri anterior'un hemisferin lateral yüzünde beslediği dar şerit ile a. cerebri posterior tarafından beslenen hemisferin inferolateral yüzü ve polus occipitalis hariç, hemisferin lateral yüzünün tamamını besler (Bkz. Şek.17-3). Bu arter, böylece "bacak bölgesi / alt ekstremite bölgesi" hariç tüm motor alanları besler. **Merkezi (sentral) dallar**, substantia perforata anterior'dan girer ve capsula interna, nucleus caudatus ve nucleus lentiformis'i besler (Şek.17-4).

Arteria Vertebralis

Arteria vertebralis, a.subclavia'nın birinci bölümünün bir dalıdır; üst taraftaki altı servikal vertebranın processus transversus'larındaki deliklerden geçerek boyunda yukarıya doğru yükselir (Bkz. Şek. 17-1). Foramen magnum'dan geçerek kafatasına girer ve spatium subrachnoideum'a girmek için dura mater ve arachnoidea mater'i deler. Daha sonra medulla oblongata üzerinden yukarı, öne ve içyana doğru seyreder (Bkz. Şek. 17-2). Pons'un alt sınır seviyesinde, **arteria basilaris**'i oluşturmak için karşı tarafın arteria vertebralis'i ile birleşir.



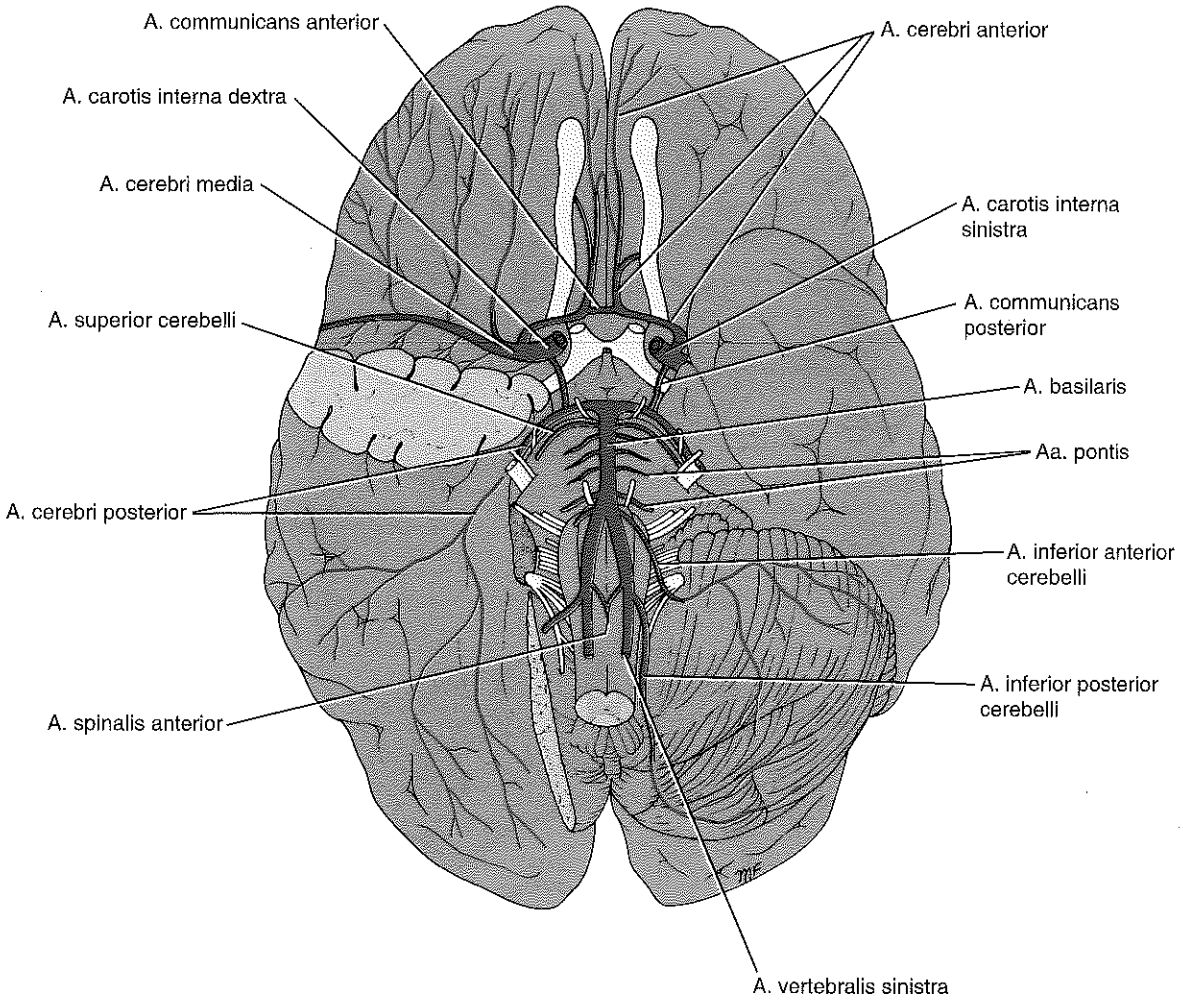
Şekil 17-1 Kafatasına girmek için boyunda yukarıya doğru yükselen a. carotis interna ve a. vertebralis'lerin orijin ve seyirleri.

Kranial Bölümünün (Pars Intracranialis) Dalları

1. **Rami meningeales** küçük dallardır, fossa cranii posterior'daki dura mater ve kemiği besler.
2. **Arteria spinalis posterior**, a.vertebralis veya a.cerebelli posterior inferior'dan ayrılabilir. Bu dal, spinal sinirlerin radix posterior'larına yakın olarak medulla spinalis'in arka yüzünde aşağıya doğru uzanır. Bu arterin dalları, foramen intervertebrale'ler yoluyla canalis vertebralis'e giren radikuler arterler tarafından desteklenir. Bu arterin detaylı dağılımı için sayfa 481'e bakınız.
3. **Arteria spinalis anterior**, herbir a.vertebralis'in sonlanma yerinin yakınında katılımcı bir dal olarak şekillenir (Bkz. Şek.17-2). Medulla spinalis ve medulla oblongata'nın ön yüzünde tek bir arter olarak aşağıya doğru iner ve fissura mediana anterior boyunca pia mater'in içine gömülü durumdadır. Arter, foramen intervertebrale'ler yoluyla canalis vertebralis'e giren radikuler arterler tarafından desteklenir. Bu arterin ayrıntılı dağılımı için sayfa 482'e bakınız.
4. **Arteria inferior posterior cerebelli**, a.vertebralis'in en kalın dalı olup, cerebellum ve medulla oblongata'nın arasında düzensiz bir seyirle ilerler (Bkz. Şek.17-2, 17-12 ve 17-14). Arter, vermis'in alt yüzü, cerebellum'un sentral çekirdekleri ve hemispheria cerebelli'nin alt yüzünü besler; ayrıca medulla oblongata ve 4.ventrikülün plexus choroideus'unu da besler.
5. **Arteriae medullares**, medulla oblongatada dağılan çok ince dallardır.

Arteria Basilaris

İki a.vertebralis'in birleşmesiyle oluşan a.basilaris (Bkz. Şek.17-1), pons'un ön yüzündeki oluğun içinde yükselir

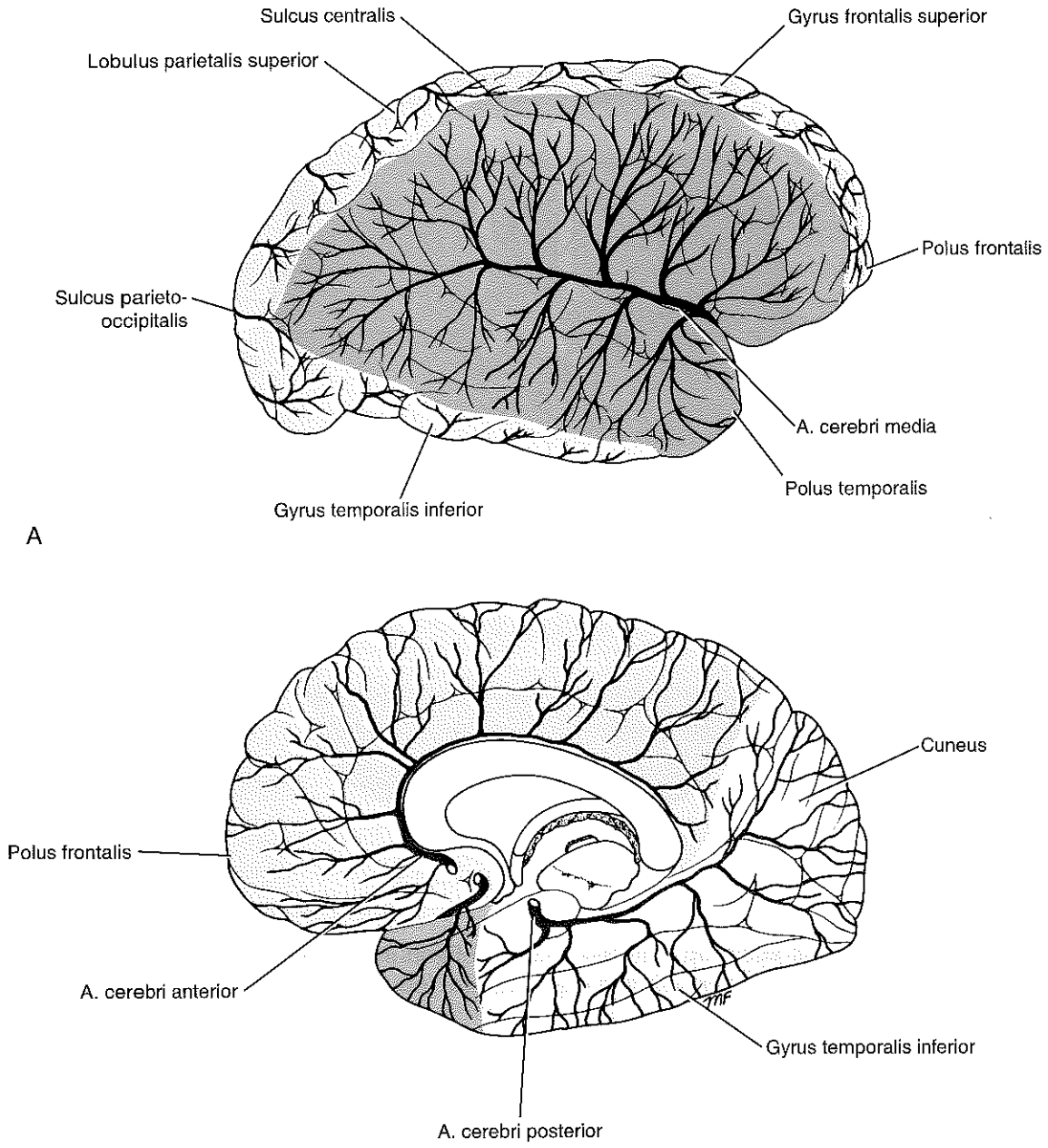


Şekil 17-2 Beyinin alt yüzünün arterleri. Willis poligonunun oluşumuna dikkat ediniz. A. cerebri media'nın seyrini göstermek için sağ temporal lobun bir bölümü çıkarılmıştır.

(Bkz. Şek.17-2, 17-13 ve 17- 14). Pons'un üst kenarında a.basilaris, iki tane arteria cerebri posterior'a ayrılır.

Dalları

1. **Arteriae pontis**, pons kitlesine giren çok sayıdaki küçük damarlardır (Bkz. Şek.17-2, 17-13 ve 17-14).
2. **Arteria labyrinthi**, meatus acusticus internus içinde n.facialis ve n.vestibulocochlearis'e eşlik eden ince, uzun bir arterdir ve iç kulağı beslemektedir. Bu arter, sıklıkla a. inferior anterior cerebelli'nin bir dalı olarak ayrılır.
3. **Arteria inferior anterior cerebelli**, arkaya ve dışyana doğru uzanır ve cerebellum'un ön ve alt bölümlerini besler (Bkz. Şek.17-2, 17-13 ve 17-14). Birkaç dalı, pons ve medulla oblongata'nın üst kısmına gider.
4. **Arteria superior cerebelli**, a.basilaris'den son kısmına yakın olarak ayrılır (Bkz. Şek.17-2, 17-11 ve 17-14). Pedunculus cerebri'nin etrafından dolanır ve cerebellum'un üst yüzünü besler. Hatta pons, gl. pinealis ve velum medullare superius'u da besler.
5. **Arteria cerebri posterior**, mesencephalon'un etrafından arkaya ve dışyana doğru bükülür ve a.carotis interna'nın dalı olan a.communicans posterior ile birleşir (Bkz. Şek.17-1, 17-2, 17-11, 17-14). **Kortikal dallar** temporal lobun inferolateral ve medial yüzleri ile oksipital lobun lateral ve medial yüzlerini besler (Bkz. Şek.17-3). Böylece a.cerebri posterior, görme korteksini besler. **Sentral dallar,** beyin dokusunu delerek içine girer ve thalamus'un bölümleri ile nucleus lentiformis'i beslediği gibi mesencephalon, gl. pinealis ve corpus geniculatum mediale'yi de besler. Bir **koroidal dal**, lateral ventrikülün cornu inferius'una girer ve plexus choroideus'u besler; aynı zamanda 3.ventrikülün plexus choroideus'unu da besler.

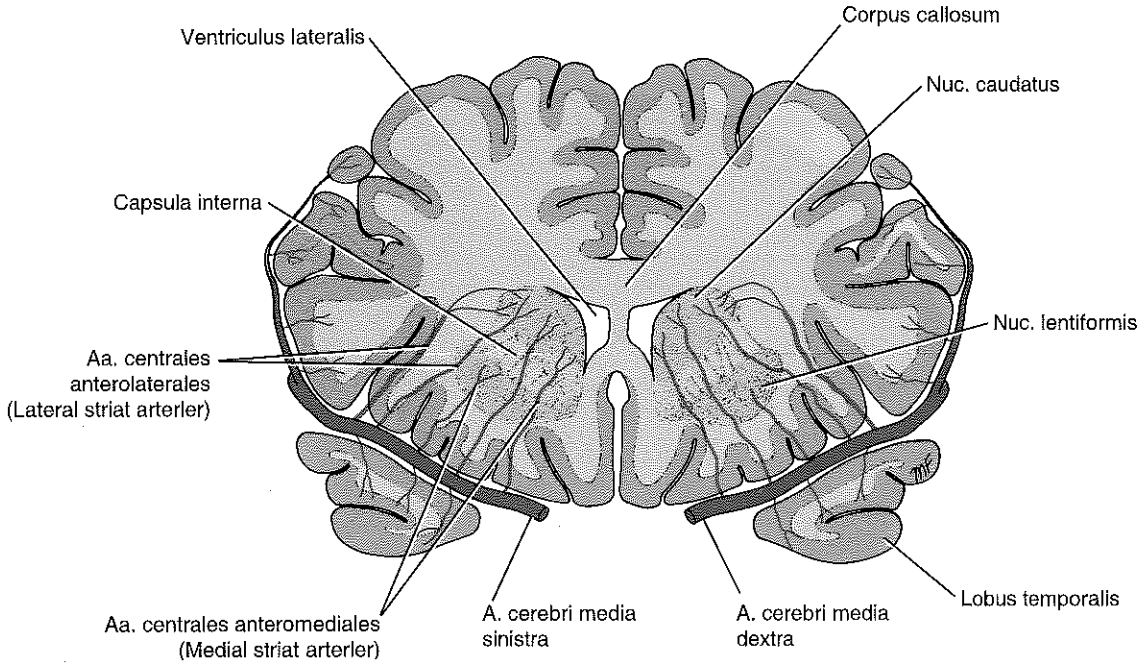


Şekil 17-3 Serebral arterler tarafından beslenen alanlar. **A:** Sağ serebral hemisferin lateral yüzü. **B:** Sağ serebral hemisferin medial yüzü. A.cerebri anterior tarafından beslenen alan mavi renkli, a.cerebri media ile beslenen alan kırmızı renkli ve a.cerebri posterior tarafından beslenen alan kahverengi boyanmıştır.

Willis Poligonu

Willis poligonu (circulus arteriosus cerebri), beyin tabanındaki fossa interpedincularis'te yer alır. Bu halka, iki a.carotis interna ile iki a.vertebralis arasındaki anastomozla şekillenir (Bkz. Şek.17-2). A.communicans anterior, a.cerebri anterior, a.carotis interna, a.communicans posterior, a.cerebri posterior ve a.basilaris adlı damarların hepsi bu halkanın oluşumuna katkı yapar. Willis poligonu, hem a.carotis interna hem de a.vertebralis'in herbirinden gelen kanın her iki serebral hemisferin tüm bölümlerine dağılımını sağlar. Poligondan, sentral ve kortikal dallar ayrılır ve beyin dokusunu beslerler.

Poligonu oluşturan arterlerin çaplarındaki variasyonel farklılıklar sık görülür ve a.communicas posterior'lardan birinin veya her ikisinin olmadığı oldular da rapor edilmiştir.



Şekil 17-4 Derin serebral yapıların a.cerebri media tarafından arteryel beslenmesini gösteren serebral hemisferlerin koronal kesiti.

Beyinin Özel Alanlarının Arterleri

Corpus striatum ve **capsula interna**, temel olarak a.cerebri media'nın medial ve lateral striat sentral dalları tarafından beslenir (Bkz. Şek.17-4); bu yapıların geri kalan kısımları ise a.cerebri anterior'un sentral dallarıyla beslenir.

Thalamus, temel olarak a.communicans posterior, a.basilaris ve a.cerebri posterior'un dalları tarafından kanlandırılır.

Mesencephalon, a.cerebri posterior, a.superior cerebelli ve a.basilaris tarafından beslenir.

Pons, a.basilaris ve a.superior cerebelli ile a.inferior anterior cerebelli tarafından kanlandırılır.

Medulla oblongata, a.vertebralis, a. spinalis anterior ve posterior, a.inferior posterior cerebelli ve a.basilaris'ler tarafından beslenir.

Cerebellum ise a.cerebelli superior, a.inferior anterior cerebelli ve a.inferior posterior cerebelli tarafından kanlandırılır.

Serebral Arterlerin İnnervasyonu

Serebral arterler, sempatik postganglioner sinir liflerinden zengin olarak innerve edilir. Bu lifler üst servikal sempatik ganglionlardan çıkar. Bu sinir liflerinin uyarılması serebral arterlerin vazokonstriksiyonuna neden olur. Bununla beraber, normal şartlarda bölgesel kan akımı, sinir dokusunda var olan karbondioksit, hidrojen ve oksijen iyonlarının konsantrasyonu ile kontrol edilir; karbondioksit ve hidrojen iyonları konsantrasyonlarında bir yükselme veya oksijen konsantrasyonunda bir düşme damarlarda vazodilatasyona neden olur.

Beyinin Venleri

Beyin venlerinin çok ince olan duvarında kas dokusu bulunmamaktadır ve bu venler kapakçıklara sahip değildir. Beyinden çıkarlar ve spatium subarachnoideum'da seyrederler. Arachnoidea mater ve dura mater'in meningeal tabakasını delerler ve dura mater ven sinuslarına drene olurlar (Şek.17-5).

Dış Serebral Venler

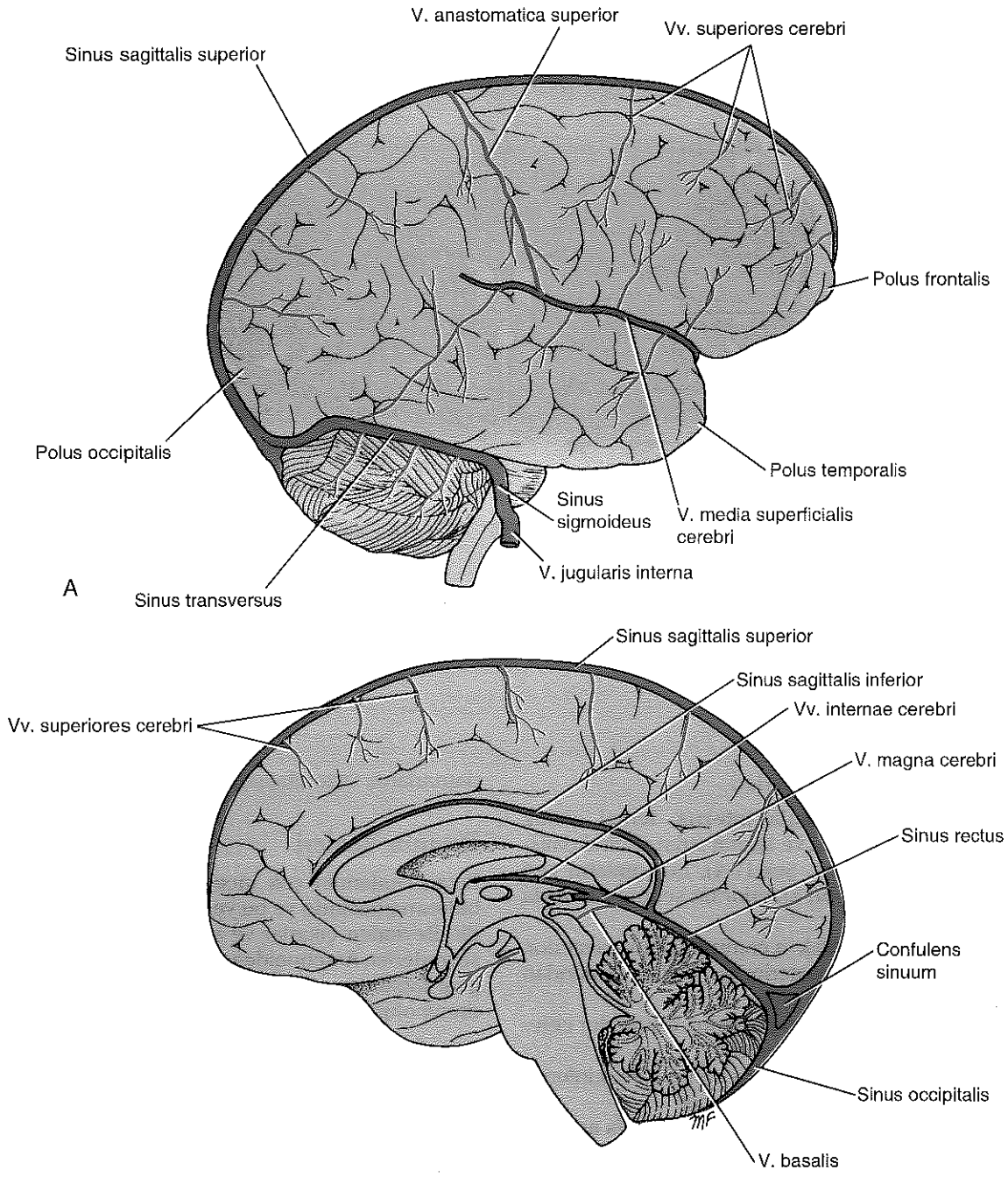
Venae superiores cerebri; hemispheria cerebri'nin lateral yüzünde yukarıya doğru uzanır ve sinus sagittalis superior'a açılır (Bkz. Şek.17-5).

Vena media superficialis cerebri; hemispheria cerebri'nin lateral yüzünü drene eder. Sulcus lateralis'te aşağı doğru seyreder ve sinus cavernosus'a açılır (Bkz. Şek.17-5).

Vena media profunda cerebri; insula'yı drene eder; vena basalis'i oluşturmak üzere **v. anteriores cerebri** ve **vv. thalamo striatae** ile birleşir. V.basalis sonuçta, sinus rectus'a drene olmak için dönen v. magna cerebri'ye katılır (Bkz. Şek.17-5).

İç Serebral Venler

İki tane iç serebral ven vardır ve bunlar foramen interventriculare'de **v.choroidea** ve **v.thalamostriatae**'nın birleşmesiyle oluşurlar. Bu iki ven, 3.ventrikülün tela choroidea'sının arkasına doğru seyrederler, sinus rectus'a



Şekil 17-5 Sağ serebral hemisferin venöz drenajı. **A:** Lateral yüz. **B:** Medial yüz.

dökülen v. magna cerebri'yi oluşturmak üzere splenium corporis callosi'nin hemen altında birleşirler.

Beyinin Özel Alanlarının Venleri

Mesencephalon, v.cerebri magna veya v.basalis'e açılan venler tarafından drene edilir.

Pons, v.basalis, vv.cerebelli veya komşu venöz sinuslere dökülen venler tarafından drene edilir.

Medulla oblongata, vv.spinales veya komşu venöz sinuslere açılan venler tarafından drene edilir.

Cerebellum, v. magna cerebri veya komşu venöz sinuslere dökülen venler tarafından drene edilir.

Beyinin Kapiller Damarları

Beyinin kapiller beslenmesi, substantia alba'ya göre substantia grisea'da çok daha iyidir. Substantia grisea'daki sinir hücre gövdelerinde metabolik aktivite, substantia alba'daki sinir işlevinden çok daha fazla olduğu için, bu durum beklenmelidir. Kan-beyin seddi, beyin dokusunu vücudun geri kalan kısmından izole eder ve kapiller yataklardaki endotelyal hücreler arasında var olan sıkı birleşekler tarafından oluşturulur (Bkz. Sayfa 462).

Serebral Dolaşım

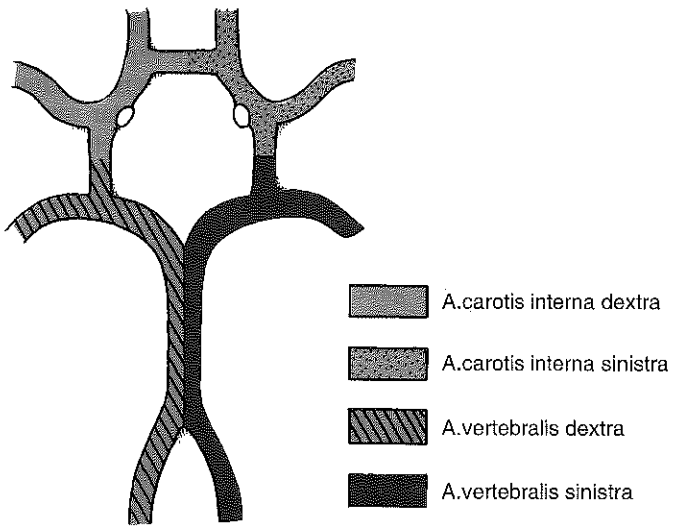
Beyinin kan akımı; oksijen, glikoz ve diğer besleyici maddeleri sinir dokusuna iletir ve karbondioksit, laktik asid ile diğer metobolik atıkları uzaklaştırır. Beyinin, iki a.carotis interna ve iki a.vertebralis tarafından arteriel beslenmesinin sağlandığı gösterilmelidir. Beyin yarımının kanlanması aynı taraftaki a.carotis interna ile a.vertebralis tarafından sağlanır. Her birinin kan akımı, ikisinin de basıncının eşit olduğu nokta olan a.communicans posterior'da buluşur ve birbirleri ile karışmazlar (Şek.17-6). Ancak, eğer a.carotis interna veya a.vertebralis tıkanırsa, kan akışının azalmasını kompanse etmek için bu noktada ters yönde ileriye ya da geriye kan geçişi olur. Tek taraflı a.carotis interna veya a.vertebralis'in tıkandığı durumlarda; arteryel halka (Willis poligonu) orta hat seviyesinde karşı tarafa kan akımına izin verir. A.vertebralis'lerden gelen iki kan akımının ayrı, ayrı olduğu a.basilaris lümeninin kendi tarafı üzerinde seyrettiği ve birbirleri ile karışmadığı kanıtlanmıştır.

Serebral arterlerin Willis poligonunda birbirleri ve serebral hemisfer yüzeyindeki dallar ile anastomoz yapmalarına karşın, bu arterler beyin dokusu içine girdikten sonra artık bir daha anastomoz oluşturmazlar.

Beyindeki kan akım gücünü etkileyen en önemli faktör, arteryel kan basıncıdır. Bu, artan intrakranial basınç, kan viskozitesi artışı ve damar çapının daralması gibi faktörler tarafından engellenir. Genel kan basıncındaki değişikliklere rağmen, serebral kan akımı oldukça sabit kalır. Dolaşımın bu otoregülasyonu, arteryel basınç düştüğünde serebral vaskuler direncin kompensatuar olarak düşmesi ve arteryel basınç arttığında vaskuler direncin artışı ile gerçekleştirilir. Arteryel kan basıncı çok düşük bir seviyeye indiğinde, bu otoregülasyonun yeterli kan akımını devam ettiremiyeceğini söylemek gereksizdir.

Serebral kan damarlarının çapı, serebrovasküler dirence katkı yapan temel faktördür. Serebral kan damarlarının sempatik postganglioner sinir lifleri tarafından innerve edildiği ve norepinefrine yanıt vermeleri bilinmekle birlikte, normal bir insandaki serebrovaskuler direncin kontrolünde görünüşe göre ya az rol oynarlar ya da hiç rol oynamazlar. Serebral kan damarlarındaki en kuvvetli vasodilatator etki, karbondioksit veya hidrojen iyon konsantrasyonundaki artıştır; aynı zamanda oksijen konsantrasyonundaki bir azalma da vazodilatasyona neden olur. Beyinin farklı bölümlerindeki sinirsel aktivite artışının, kan akımında bölgesel bir artışa neden olduğu, PET kullanılarak gösterilmiştir. Örneğin bir objeyi izleme esnasında, PET 'de lobus occipitalis'deki görme korteksinde oksijen ve glikoz tüketimi artacaktır. Bu durum, karbondioksit ile hidrojen iyonlarının lokal konsantrasyonunda bir artış ile sonuçlanır ve kan akımında lokal bir artış oluştur.

Hastalardaki serebral kan akımı, intrakarotid injeksiyonu ya da radyo-aktif krypton veya ksenonun inhalasyonu ile ölçülebilir. Beyinin 100 gramı için, dakikada 50-60 ml lik bir serebral kan akımı normal olarak kabul edilir.



Şekil 17-6 Dört ana arterden kan dağılımının gösterildiği Willis poligonu.

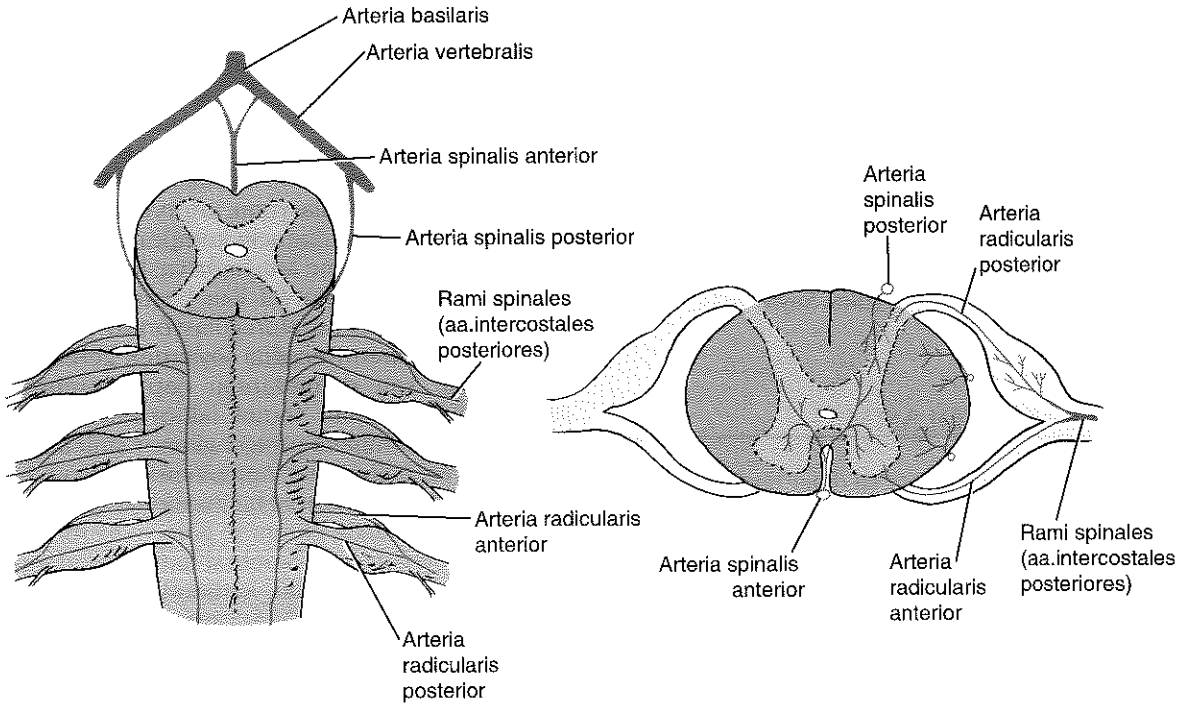
Medulla Spinalis'in Kanlanması

Medulla Spinalis'in Arterleri

Medulla spinalis, arteryel kanlanmasını üç küçük arterden sağlar: iki arteria spinalis posterior ile bir arteria spinalis anterior. Longitudinal uzanan bu arterler, columna vertebralis'in dışında yer alan arterlerden kaynaklanan ve foramen intervertebrale yoluyla canalis vertebralis'e giren küçük segmental arterler tarafından desteklenirler. Bu damarlar, medulla spinalis yüzeyinde anastomozlar yaparlar ve substantia alba ile substantia grisea yapıları içine dallar gönderirler. Bu destekleyici arterlerin segmental seviyeleri ve boyutları ile ilgili varyasyonlar oldukça sık görülürler.

Arteriae Spinales Posteriores

Arteriae spinales posteriores, ya direk olarak kafatası içinde arteria vertebralis'lerden ya da indirek olarak arteria inferior posterior cerebelli'lerden çıkarlar. Her bir arter, radix posterior nervi spinalis'lere yakın olarak



Şekil 17-7 **A:** İki arteria spinalis posterior ile bir arteria spinalis anterior'un oluşumunu gösteren medulla spinalis'in arteryel kanlanması. **B:** Rami spinales (aa.intercostales posteriores) ile arteriae radiculares'i gösteren medulla spinalis'in transvers kesiti.

medulla spinalis arka yüzünde aşağıya doğru uzanır ve medulla spinalis yapısı içine giren dallarını verir (Şek.17-7). Arteriae spinales posteriores, medulla spinalis'in arka 1/3 'ünü beslerler.

Arteriae spinales posteriores, üst torasik bölgede küçüktürler ve bu bölgede segmental ya da radiküler arterlerin tıkanmalarında oluşan iskemiye karşı, medulla spinalis'in ilk üç torasik segmentleri özellikle duyarlıdır.

Arteria Spinalis Anterior

Arteria spinalis anterior, kafatası içinde her biri arteria vertebralis'den kaynaklanan iki arterin bireşmesiyle oluşturulur. Arteria spinalis anterior, medulla spinalis ön yüzde, fissura mediana anterior içinde olarak aşağıya doğru uzanır (Şek.17-7). Arteria spinalis anterior'un dalları, medulla spinalis yapısı içine girer ve medulla spinalis'in ön 2/3 'ünü beslerler.

Medulla spinalis'in üst ve alt torakal segmentlerinde, arteria spinalis anterior'lar oldukça küçük olabilirler. Bu bölgelerde segmental ya da radiküler arterler tıkanırsa, özellikle medulla spinalis'in dördüncü torakal ile ilk lumbal segmentlerinin iskemik nekrozundan sorumlu olacaktır.

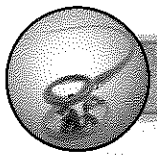
Segmental Spinal Arterler

Longitudinal olarak uzanan arteria spinalis anterior ve posterior, herbir foramen intervertebrale seviyesinde ve her iki tarafında yer alan küçük segmental arterler tarafından desteklenirler (Şek. 17-7). Bu arterler, columna vertebralis dışında yer alan arterlerin (derin servikal, interkostal ve lumbal arterler) dallarıdır. Canalis vertebralis içine girince herbir segmental arter, medulla spinalis'in radix anterior ile radix posterior'una eşlik eden **arteria radicularis anterior** ve **posterior** dallarını verirler.

Ek **besleyici arterler** canalis vertebralis'e girer ve arteria spinalis anterior ve posterior ile anastomozlar yapar; ancak, bu damarların sayısı ve boyutları, kişiden kişiye önemli farklılıklar gösterir. Büyük ve önemli besleyici bir arter olan **arteria radicularis magna (Adamkiewicz arteri)**, alt torakal veya üst lumbal vertebra seviyesinde aorta'dan orijin alır; tek taraflıdır ve kişilerin çoğunda sol taraftan medulla spinalis'e girer. Bu arterin önemi, medulla spinalis'in 2/3 alt bölümünün temel kan kaynağı olduğu gerçeğinde yatmaktadır.

Medulla Spinalis'in Venleri

Medulla spinalis'in venleri, yukarıda kafatası içindeki beyin venleri ve dura mater ven sinüsleri ile ilişkili olan 6 tane kıvrımlı longitudinal kanala dökülürler. Bu venler, esas olarak plexus venosus vertebralis internus'a drene olurlar.



KLİNİK BİLGİLER

İstirahat durumunda beyin, kalp debisinin yaklaşık % 15 'ini alır. Arteryel kan, iki arteria carotis interna ve iki arteria vertebralis yoluyla beyine ulaşır; arteria carotis interna beyin arteryel kanının esas kaynağıdır.

Willis poligonundan kaynaklanan arteryel dallar –arteria cerebri anterior, media et posterior– beynin dış yüzeyi üzerinden geçerler ve birbirleri ile anastomozlar yaparlar. Bu damarlar, dik açılı bir şekilde beyini penetre eden dalları verirler. Beyin dokusu içinde arterlerin dallanması daha devam eder, fakat **artık burada arteryel anastomozlar oluşmaz.** Arterlerden birisinin hastalık nedeniyle tıkanması durumunda, vital kollateral dolaşımı sağlayan beyin yüzeyindeki bu anastomozlar devreye girerler.

Yüksek kan kolestorolü tedavisinin ve hipertansiyonun agresif tedavisinin sağlaması ile serebrovaskuler hastalıklar son zamanlarda azalmasına rağmen, tüm yetişkin nörolojik hastane müracaatlarının yaklaşık % 50 'si için serebrovaskuler hastalıkların hala sorumlu olduğu tahmin edilmektedir.

Serebral İskemi

Beyine giden kan akımı tamamen kesilirse, 5-10 saniye içinde bilinç kaybı oluşur. Beyin kan akımının komple durmasını, sinir dokusunun ölümü ile birlikte irreversibl beyin hasarı hızlı bir şekilde takip eder. Sinir fonksiyonunun yaklaşık 1 dakika sonra sona erdiği ve yaklaşık 4 dakika sonra da irreversibl değişiklerin oluşmaya başladığı tahmin edilmektedir. Eğer hastanın vücudu soğutulursa bu zaman uzayabilir[1]. Koroner trombozise bağlı kalp durması, bu durumun en sık rastlanan sebebidir.

Serebral Dolaşımın Kesilmesi

Beynin vasküler lezyonları oldukça yaygındır ve nörolojik defektlerin sonuçları; tıkanan arterin boyutuna, kollateral dolaşımın durumuna ve kapsadığı beyin alanlarına bağlı olacaktır. Klinik çalışmalar ve otopsi materyalinin incelemelerinde, boyunda bulunan a.vertebralis, a.carotis interna ve a.carotis communis lezyonlarının yüksek orandaki sıklığına dikkatle odaklanmalıdır.

Serebral Arter Sendromları

Arteria Cerebri Anterior'un Tıkanması

Eğer arteria cerebri anterior tıkanması a.communicans anterior'un proksimalindeyse kollateral dolaşım genellikle dolaşımın korunması için uygundur. Tıkanma a.communicans anterior'un distalindeyse aşağıdaki belirti ve semptomlar ortaya çıkabilir:

1. Temel olarak, bacak ve ayağı kapsayan kontralateral hemiparezi ve hemisensorial kayıp (korteksin lobulus paracentralis'i)
2. Objeleri doğru olarak tanımada yetersizlik, apati ve kişilik değişiklikleri (lobus frontalis et parietalis)

Arteria Cerebri Media'nın Tıkanması

Arteria cerebri media'nın tıkanması, aşağıdaki belirti ve semptomları oluşturabilir; fakat klinik görünüm tıkanmanın yerine ve kollateral anastomozların derecesine göre değişecektir:

1. Temel olarak, yüz ve kolu / üst ekstremite'yi kapsayan kontralateral hemiparezi ve hemisensorial kayıp (gyrus precentralis ve postcentralis)
2. Eğer sol hemisfer etkilenmişse afazi (nadir olarak sağ hemisfer etkilenmişse)
3. Kontralateral homonim hemianopsia (radiato optica'da hasar)
4. Eğer sağ hemisfer etkilenmişse anosognosia (nadir olarak sol hemisfer etkilenmişse).

Arteria Cerebri Posterior'un Tıkanması

Arteria cerebri posterior'un tıkanması, aşağıdaki belirti ve semptomları oluşturabilir; fakat klinik görünüm tıkanmanın yeri ve kollateral anastomozların varlığına göre değişecektir:

1. Makula tutulumunun hasar derecesine göre kontralateral homonim hemianopsia (kalkarin korteks hasarı, a. cerebri media'dan kollateral dolaşım ile kan alan polus occipitalis'e bağlı olarak makuler noktanın sağlam kalması)
2. Vizual agnozi (lobus occipitalis'in iskemisi)
3. Hafıza kaybı (lobus temporalis'in medial yüzünde olası hasar).

Arteria Carotis Interna'nın Tıkanması

Arteria carotis interna'nın tıkanması, semptom ve belirtilere neden olmaksızın oluşabilir ya da kollateral anastomozların derecesine bağlı olarak yaygın serebral iskemiye neden olabilir:

1. Semptom ve belirtiler, kontralateral hemiparezi ve hemianesteziyi de içeren arteria cerebri media'nın tıkanmasında olduğu gibidir.
2. Aynı tarafta, parsiyel ya da tam görme kaybı vardır; ancak kalıcı kayıp nadirdir (arteria carotis interna'dan çıkan emboli, arteria ophthalmica yoluyla retinaya ulaşır).

Vertebrobaziler Arter Tıkanması

Arteria vertebralis ve arteria basilaris, fossa cranii posterior içindeki merkezi sinir sisteminin tüm bölümlerinin beslenmesini sağlar ve arteria cerebri posterior'lar aracılığı ile de her iki tarafın görme korteksini beslerler. Klinik belirti ve semptomlar çok çeşitlidir, aşağıdakileri içerebilir:

1. Aynı tarafta, yüzde ağrı ve ısı duyusu kaybı, vücudun karşı tarafında ağrı ve ısı duyusu kaybı.
2. Hemianopsia atakları ya da tam kortikal körlük
3. Nervus vagus ve nervus glossopharyngeus çekirdeklerinin lezyonlarına bağlı olarak, aynı tarafta öğürme refleksi kaybı, disfaji ve ses bozukluğu
4. Vertigo, nistagmus, bulantı ve kusma
5. Aynı tarafta Horner sendromu.
6. Aynı tarafta ataksi ve diğer serebellar belirtiler
7. Tek taraflı yada çift taraflı hemiparezi
8. Koma

Serebral Kan Akımının Bozulması

Çok değişik durumlar serebral kan akımının bozulmasına neden olabilir; bu çok önemli durumlar aşağıdaki başlıklar altında değerlendirilmelidir: (1) Kan basıncında değişime yol açan hastalıklar, (2) Arteriyel damar duvar hastalıkları ve (3) Arteriyel lümenin tıkanması sonucunda oluşan hastalıklar.

[1]Eğer kan akımı 5 dakika sonra yeniden düzelirse, beyin hasarının reversibl olduğu (geri dönebileceği) vurgulanmalıdır.

Kan Basıncında Değişime Yol Açan Hastalıklar

Postural Hipotansiyon

Birkaç gün yatan hastalar, sıcak bir günde uzun süre "hazır olda duran" askerler ve camide / kilisede diz üstünde ibadet eden kişiler ayağa kalktıklarında, arteryel kan basıncının düşmesi ve kardiak verimin azalması nedeniyle ekstremitelerde venöz kan birikmesi ya da venöz kanın kalbe dönüşünün bozulmasına maruz kalabilirler. Serebral kan akımının azalmasından önce, genel arteryel basıncın önemli oranda düşmüş olması gerekir.

Fiziksel ve Psikolojik Şok

Bir otomobil kazası sonucu ya da özellikle hastalık nedeniyle serebral arterleri daralan yaşlılarda yoğun cerrahi girişim gibi fiziksel travmayı takip eden şiddetli ve uzun süreli kan basıncının düşmesi hastada bilinç kaybına neden olabilir. Anksiyete durumunda hiperventilasyon, kanın karbondioksit oranının düşmesi ile serebral kan akımını azaltabilir.

Kan Viskozitesindeki Değişiklik

Polisitemia vera' da serebral kan akımı, kanın viskozitesindeki bir artışın sonucu olarak oldukça azalır.

Sinus Caroticus Sendromu

Arteria carotis interna'nın proksimal ucunda yer alan sinus caroticus, arteryel kan basıncındaki değişikliklere oldukça duyarlıdır. Arteryel damar duvarının gerginliği, kalp atım oranının refleks olarak yavaşlamasına ve kan basıncının düşmesine yol açar. Bu durum, kardioinhibitor ve vazomotor merkezlerle bağlantısı bulunan nervus glossopharyngeus'un rami sinus carotici adlı dalı ile gelen sinir impulslarının sayısının artması sonucu olarak meydana gelir. Refleksin aşırı duyarlılığı veya dıştan bası, kan basıncının aniden düşmesine yol açabilir; sonuç olarak serebral iskemi ve bilinç kaybı oluşabilir.

Kalp Hastalıkları

Kalp verimindeki belirgin bir düşmeyle sonuçlanan koroner trombus, aurikuler fibrilasyon veya kalp blokajı gibi ciddi bir kalp hastalığı, genel arteryel kan basıncında ciddi bir düşüş ile sonuçlanacak ve serebral kan akımı azalacaktır.

Arteryel Damar Duvarı Hastalıkları

Beyini besleyen arterlerin lümenlerinin daralmasının en yaygın nedeni aterom plaklarıdır. Bu hastalık, beyini besleyen arterlerin kafatası içinde seyreden bölümleri kadar boyunda seyreden bölümleri de etkileyebilir. Bundan başka, bir koroner trombüs atağı ve bununla ilişkili hipotansiyon, cerrahi girişimlere bağlı oluşan şok, şiddetli anemi veya başın rotasyonu sırasında karotis arterleri üzerine oluşan dış bası ile serebral dolaşımın bozulması daha da kötüleşebilir.

Serebral arterlerin ateromatik dejenerasyonu, yaygın olarak orta yaş veya yaşlılarda oluşur; sıklıkla diabet ve hipertansiyon ile karıştırılır. Bir arterde gerçek tıkanma oluştuğu zaman, bunun etkisi damarın boyutuna ve yerleşimine bağlı olacaktır. Avaskuler alan içindeki sinir hücreleri ile onların lifleri dejenere olacak, çevresindeki nöroglia hücreleri çoğalacak ve bu alanı kaplayacaktır. Tek bir arterin tıkanmaksızın serebral arterlerin yaygın daralması olan hastalarda beyin, diffüz bir atrofiye uğrayacaktır. Çok daralmış ateromatöz bir arterin bir trombüs ile blokaja uğrayabildiği, bunun sonucu olarak da lümeninin tamamen tıkanabildiği unutulmamalıdır.

Arteriyel Lümenin Tıkanmasıyla Sonuçlanan Hastalıklar

Serebral arter embolisi, iki şekilde oluşur; (1) Trombüs (en yaygın olasılıkla) (2) Yağ kürecikleri. Trombus, kalbin sol tarafından serebral arterlerin ana damarlarına uzanan endotelyal tabakanın herhangi bir yerinde gelişebilir. Yaygın kaynaklanma yeri arteria carotis interna, arteria carotis communis veya arteria vertebralis'deki atheromatöz bir plaktır. Diğer bir kaynaklanma yeri, mitral veya aortik kapak, ya da koroner trombozu takip eden miyokard infarktüsü sonucu endokardiyal tabakasında oluşan endokardit alanıdır. Özellikle yüksek doz östrojen-progesteron kombinasyonu içeren oral kontraseptif alan kadınlarda, serebral tromboz daha yaygındır.

Yağ embolisi, genellikle uzun kemiklerden birisinin ciddi kırıklarının sonucunda oluşur. Maserasyona uğramış sarı kemik iliğinden gelen yağ kürecikleri nutriens venlere girer; pulmoner sirkülasyon yoluyla ilerler ve çok sayıdaki küçük serebral arterlerin distal uçlarını bloke ederek tıkar.

Serebral Anevrizmalar

Konjenital Anevrizmalar

Konjenital anevrizmalar iki arterin Willis poligonunu şekillendirmek üzere birbirleri ile birleştiği yerde, sıklıkla oluşur. Bu noktada, tunica media'da yetersizlik vardır ve bu durum, lokal dilatasyonun oluştuğu arteryel duvarı oldukça zayıflatan atheromanın gelişmesi ile komplike bir hale gelir. Anevrizma, nervus opticus, III., IV. ve VI. kranyal sinirler gibi komşu yapılara baskı yapabilir; bunlara ait belirti veya semptomlar oluşabilir veya ansızın subaraknoid aralığın içine doğru ruptüre olabilir. İkinci bir durumda, aniden şiddetli bir baş ağrısı gelişir, bunu mental konfüzyon takip eder. Ölüm hızla oluşabilir ya da yalnızca birkaç gün veya birkaç hafta sonra ölecek olan hasta ilk kanamadan sonra yaşatılabilir. Anevrizmanın boynunun bağlanması veya klipslenmesi tedavi için en iyi yol olarak önerilir.

Anevrizmanın diğer tipleri nadirdir ve enfekte olmuş bir embolinin yerleşim yerini takip eden arteryel duvarın zayıflamasına bağlı durumlar; kafatası kırığını takiben sinus cavernosus içinde uzanan arteria carotis interna'nın hasarına bağlı durumlar veya atheroma gibi arteryel duvar hastalıkları ile ilişkili durumları içerir.

İntrakranial Hemoraji

İntrakranial hemoraji, travma veya serebral vasküler lezyonları sonrasında oluşur. Dört çeşidi dikkate alınır; (1) epidural (2) subdural (3) subaraknoidal ve (4) serebral. Epidural ve subdural hemorajiler sayfa 23'de anlatılmıştır.

Subaraknoid Hemoraji

Subaraknoidal hemoraji genellikle serebral arter poligonundaki konjenital bir anevrizmanın yırtılması veya sızdırmasıyla, daha seyrek olarak da anjioma veya kontüzyon ile beyin ve meninkslerin laserasyonu sonucu oluşur. Ani başlayan semptomlar, şiddetli baş ağrısı, ense sertliği ve bilinç kaybını içerir. Teşhis, komputerize tomografi (CT) kullanılarak belirlenir. Subaraknoidal aralıktaki kanlı yoğun alanlar tanımlanmalıdır. Yoğun bir şekilde kanlanmış serebrospinal sıvının lumbal ponksiyon yoluyla alınmasıyla da tanı konur; fakat bu yöntemin yerini CT kullanımı almıştır.

Serebral Hemoraji

Serebral hemoraji genellikle ateromatöz bir arterin ruptürüne (yırtılma) bağlıdır ve hipertansiyonlu hastalarda yaygındır. Genellikle orta yaştaki bireylerde oluşur ve sıklıkla, arteria cerebri media'nın ince duvarlı bir lenticulostriat arter dalının rüptürü ile ortaya çıkar. Vücudun karşı tarafında

hemipleji meydana gelmesi, capsula interna'daki önemli kortikonüklear ve kortikospinal liflerin hasara uğraması sonucudur. Hasta hemen bilincini kaybeder ve bilinç geri geldiğinde paralizi belirgindir. Bazı olgularda derin bilinç kaybı ve vücudun her iki tarafında kortikospinal lezyonların oluşumu, hemorajinin ventriculus lateralis içine akması sonucudur. Hatta hemoraji, pons ve cerebellum'un içine doğru da oluşabilir.

Komputerize Tomografi (CT), Manyetik Rezonans İmaging (MRI) Ve Pozitron Emisyon Tomografi (PET)

Komputerize Tomografi (CT), Manyetik Rezonans Imaging (MRI) ve Pozitron Emisyon Tomografi (PET), serebrovasküler hastalıkların farklı formlarının teşhisi için mutlak gerekli olan tekniklerdir. Genellikle hızlı, doğru ve güvenli olarak tanı konulabilir. İntrakraniyal bir kan pıhtısı, kendi yoğunluğuna bağlı olarak ayırd edilebilir. Bu teknikler, genellikle serebral anjiografinin yerine geçer (Bkz. s. 24).

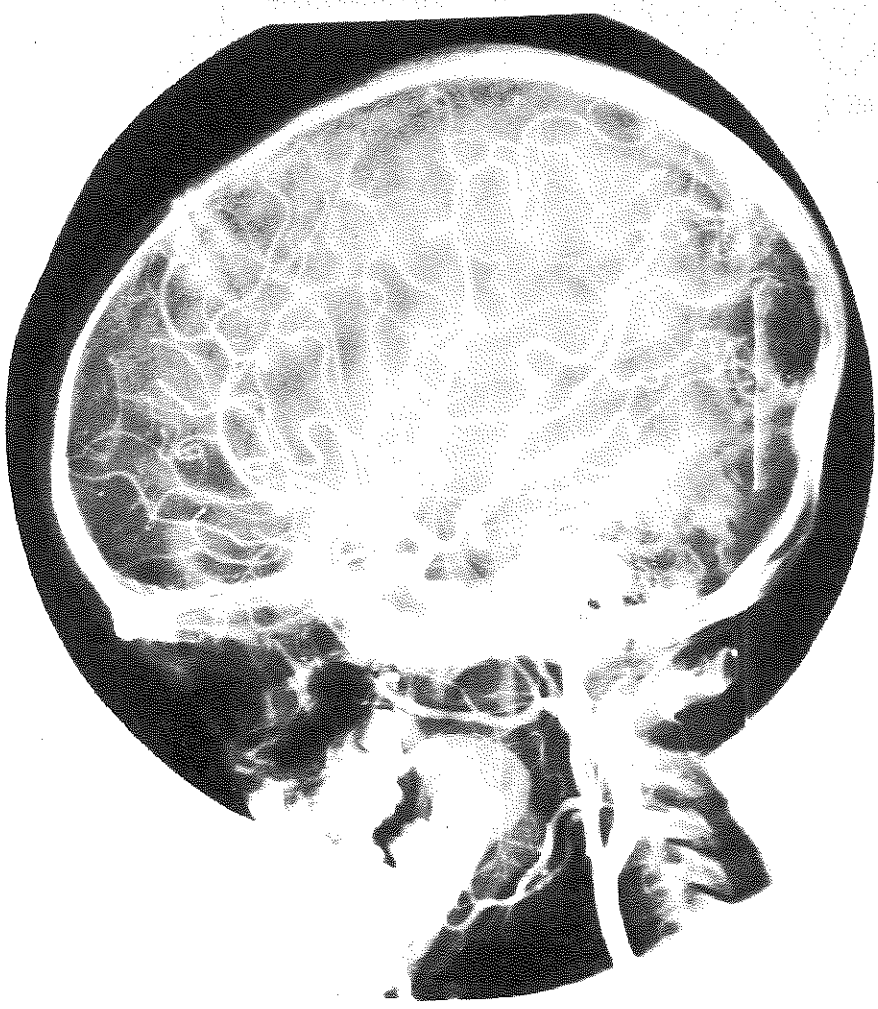
Serebral Anjiografi

Serebral anjiografi tekniği, kan damarlarının anomalilerinin bulunması; tümör, hematom veya abse gibi yer kaplayan lezyonların ortaya çıkarılması ve lokalizasyonu veya tümörlerin damarsal ilişkilerinin saptanması ile bunların patolojisinin tanısına yardımcı olmak için kullanılır. Genel anestezi altında ve sırt üstü pozisyonundaki bir hastanın başı radyografik cihazın merkezine yerleştirilir ve 2 saniye aralıklarla radyografi çekimleri tekrarlanır. Hem ön-arka, hem de lateral görüntüler alınır. Radyoopak madde, arteria carotis communis veya arteria vertebralis içine hızlıca enjekte edilir ya da bu arterlerden birisine, arteria radialis veya arteria femoralis'e yerleştirilen bir kateter yolu ile indirekt olarak ulaşılır. Radyoopak madde hızla verilirken bir dizi radyografik film çekilir. Bu yolla serebral arterler, dolan kılcal damarlar ve venler görüntülenebilir. Normal görünümlü arteria carotis communis ve arteria vertebralis anjiogramlarının örnekleri 17-8 dan 17-15 e kadar gösterilmiştir.

Serebral anjiografi, maalesef % 0,5 ile 2,5 ölüm oranına sahip olan invazif bir tekniktir. Bu yüzden CT ve MRI her zaman kullanılabilir. Son yıllarda PET de yaygın olarak kullanılmaktadır.

Medulla Spinalis İskemisi

Medulla spinalis'in kanlanması, bu sinir dokusunun önemine rağmen şaşırtıcı derecede yetersizdir. Arteria spinalis anterior ve posterior küçük ve farklı çaptadır; destekleyici



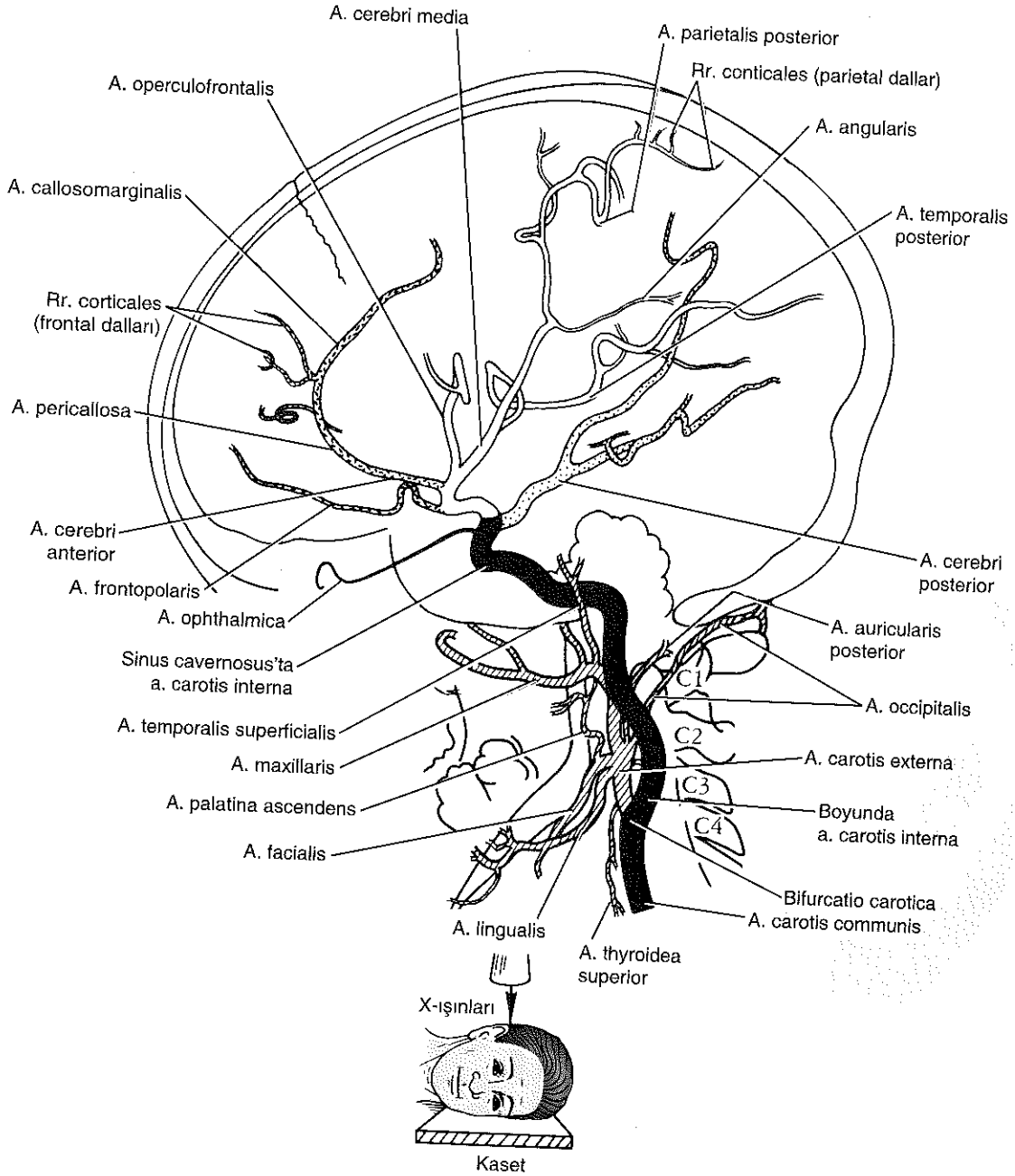
Şekil 17-8 Lateral arteria carotis interna arteriogramı. 20 yaşında bir erkek.

segmental arterlerin sayısı ve çapları ise farklılıklar gösterir.

Medulla spinalis'in 1/3 arka bölümü, arteria spinalis posterior'lardan gelen arteryel kan ile beslenir. Medulla spinalis'in 2/3 ön bölümü ise, küçük, ince olan arteria spinalis anterior tarafından beslenir. Bundan dolayı bu son arter, substantia alba'nın funiculus anterior'u, substantia grisea'nın cornu anterius'u, substantia alba'nın funiculus lateralis'in ön bölümü ve substantia grisea'nın cornu posterius'larının radikslerini besler.

Arteria spinalis anterior'un tıkanması, aşağıdaki belirti ve bulguları oluşturabilirler (Şekil 17-16):

1. Tractus corticospinalis'lerin bilateral hasarlarına bağlı olarak, lezyon seviyesinin altında motor fonksiyon kaybı (parapleji) oluşur.
2. Tractus spinothalamicus'ların bilateral hasarlarına bağlı olarak, lezyon seviyesinin altında bilateral ısı ve ağrı duyusu kaybı meydana gelir.



Şekil 17-9 Şek.17-8'deki radiografi'de görülen temel yapılar.

3. Medulla spinalis'in servikal ya da lumbal bölgelerindeki substantia grisea'nın cornu anterius'larının hasarlanmalarına bağlı olarak ekstremite kaslarında güçsüzlük oluşabilir.
4. İnen otonomik yollardaki hasarlanmalarına bağlı olarak mesane ve barsaklarda kontrol kaybı oluşur.
5. Arteria spinalis posterior'lar tarafından beslenen substantia alba'nın funiculus posterior'unun korunmasına bağlı olarak pozisyon, vibrasyon ve hafif dokunma duyusu normaldir.

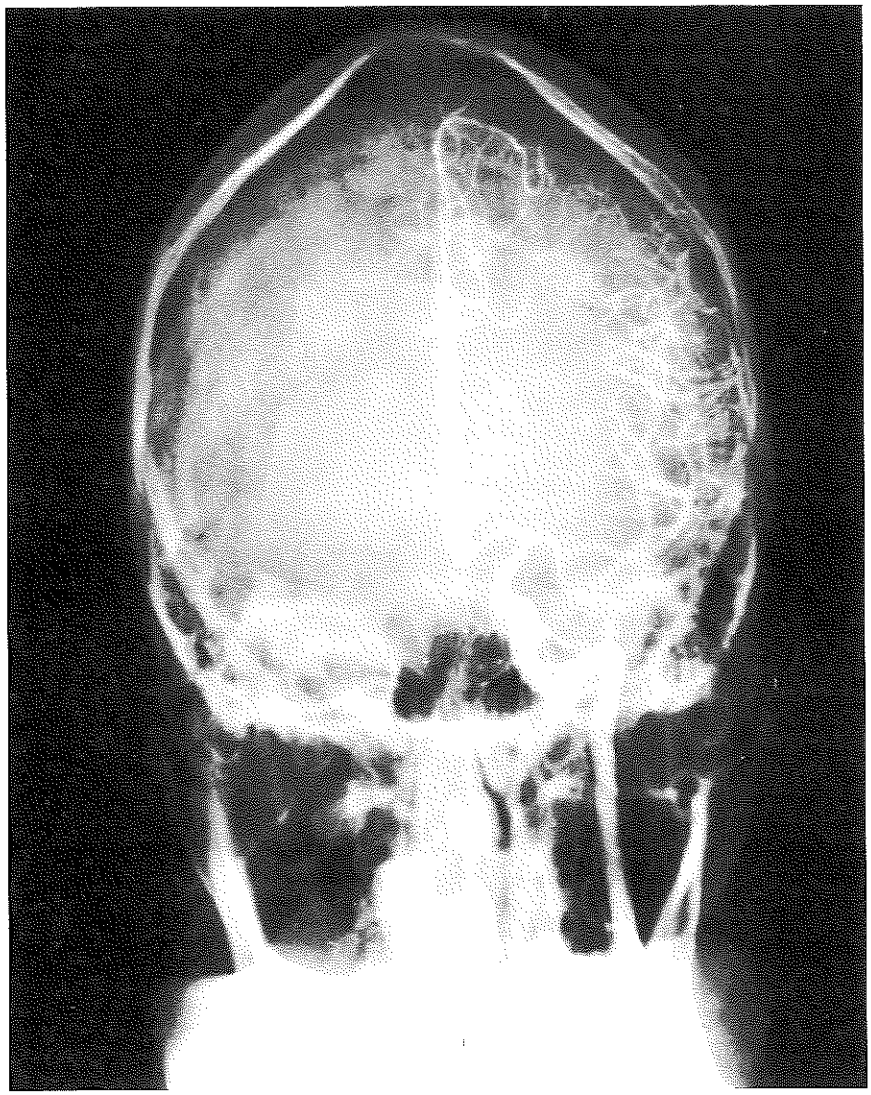
Sinir blokajı işlemleri, aort cerrahisi veya şiddetli hipotansiyona yol açan cerrahi işlemlerin sonucu olarak arteryel beslenmede oluşan en küçük bir hasarı medulla spinalis iskemisi izler. Medulla spinalis'in 4. torakal ve 1. lumbal segmentleri özellikle iskemiye daha eğilimlidir.

Torasik Aort Disseksiyonu ve Medulla Spinalis İskemisi

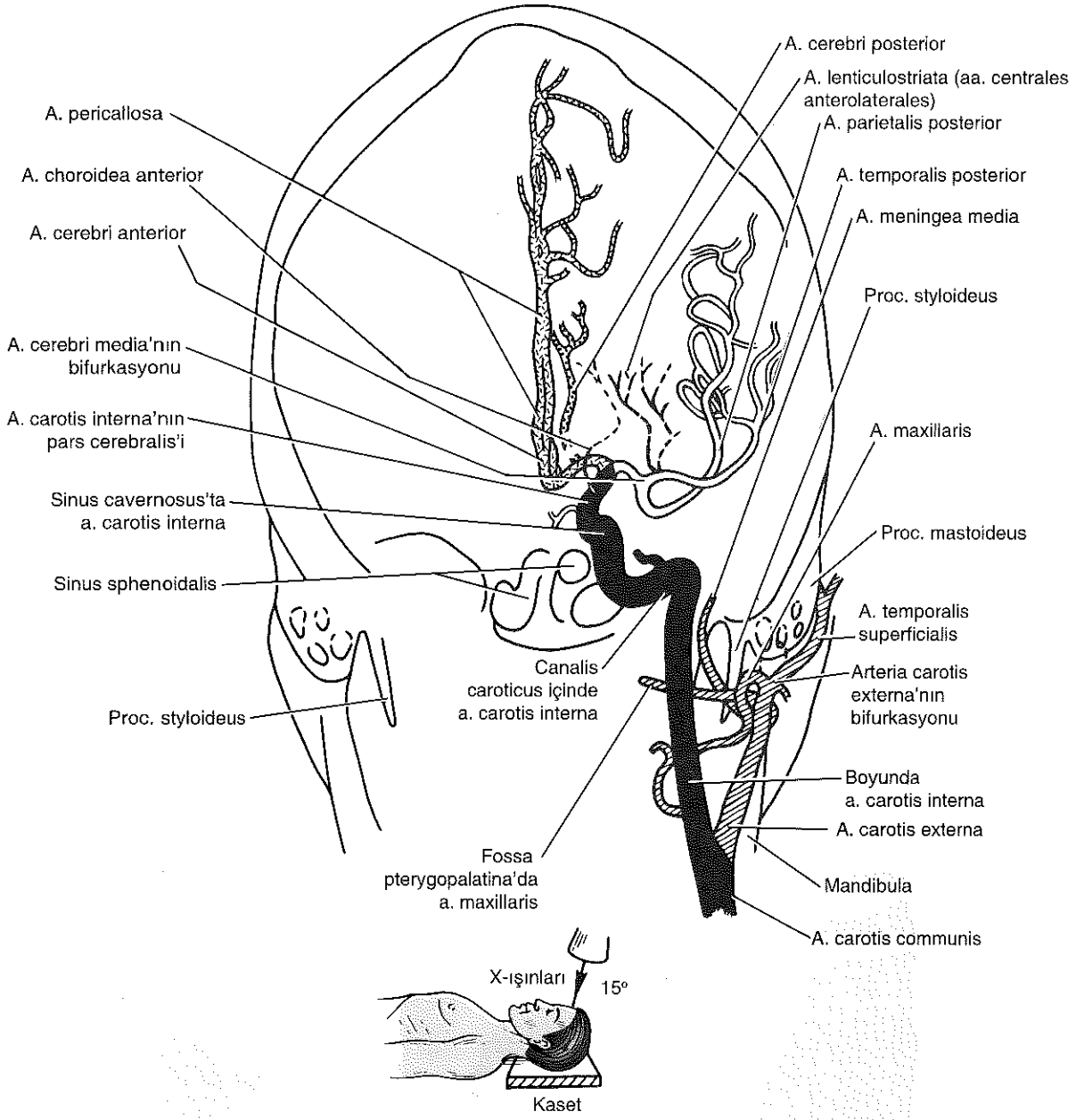
Medulla spinalis'in torakal bölgesi, aorta thoracica'dan direkt olarak çıkan, arteria intercostalis posterior'lardan kaynaklanan segmental arterler tarafından beslenir. Aorta thoracica disseksiyonunda, aorta duvarındaki yaygın kan pıhtısı, medulla spinalis'in iskemisine neden olan arteriae intercostales posteriores'in başlangıçlarını bloke eder.

Abdominal Aort Anevrizma Kanamasının Bir Komplikasyonu Olarak Medulla Spinalis İskemisi

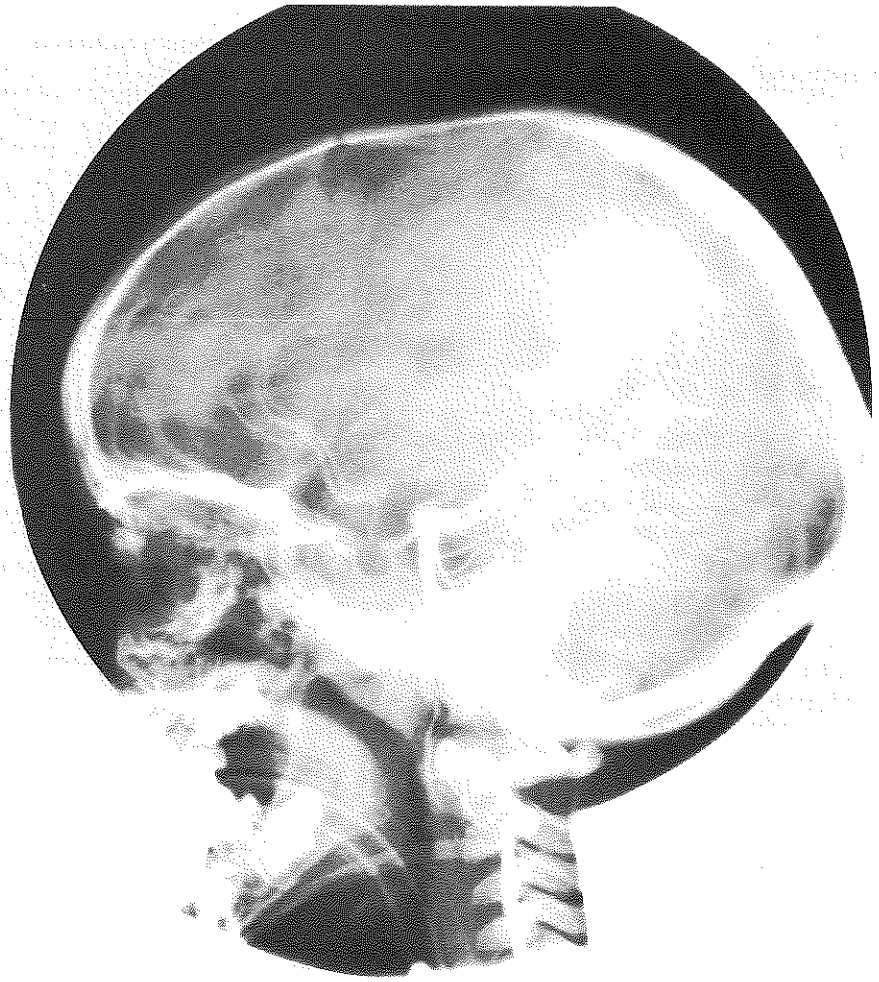
Medulla spinalis'in lumbal bölgesi, aorta abdominalis'in dalları olan arteria lumbalis'lerden kaynaklanan segmental arterler tarafından beslenir. Anevrizma kanamasının lumbal arterler üzerindeki direkt basısının etkisi, medulla spinalis'in kanlanmasını engeller.



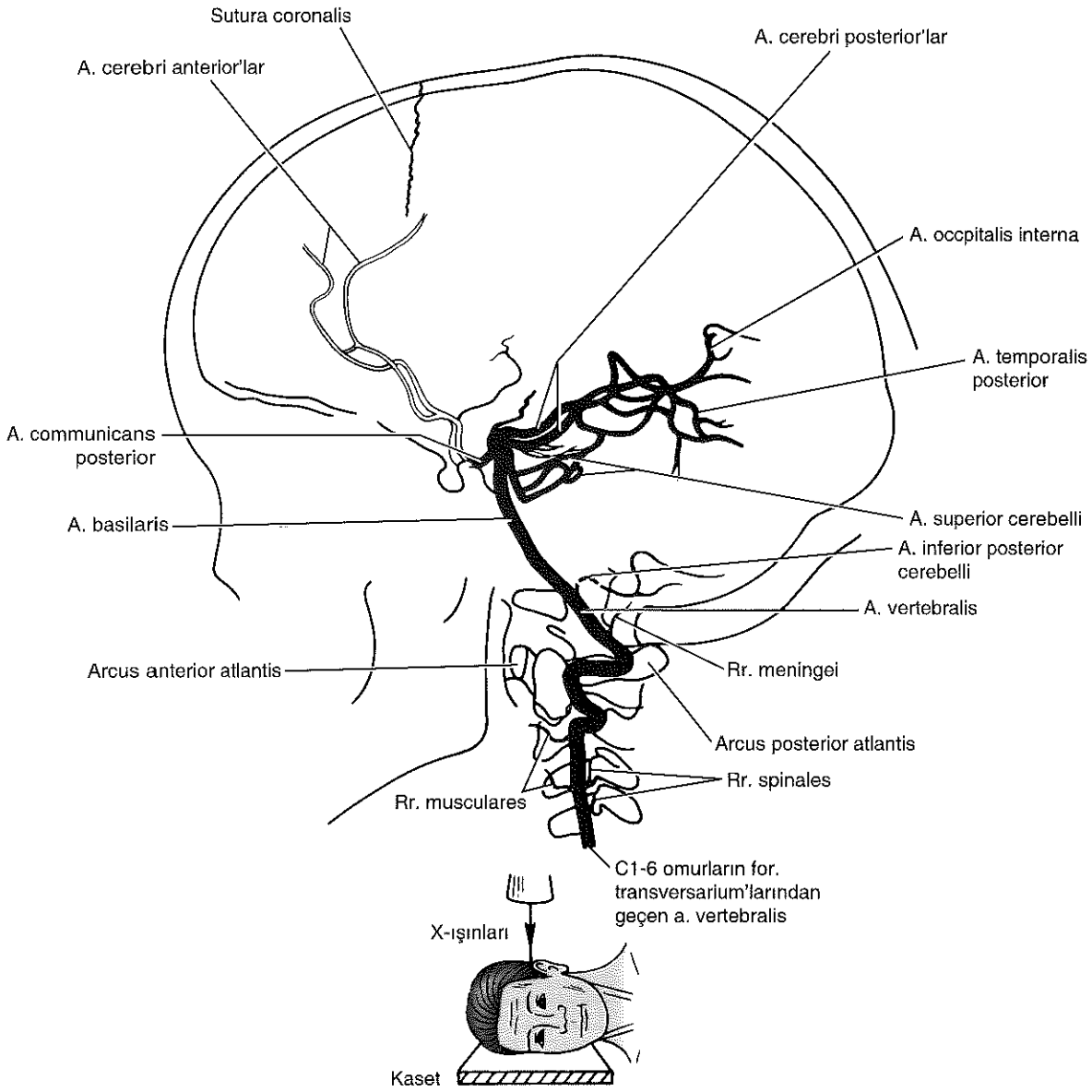
Şekil 17-10 Anteroposterior arteria carotis interna arteriogramı. 20 yaşında bir erkek.



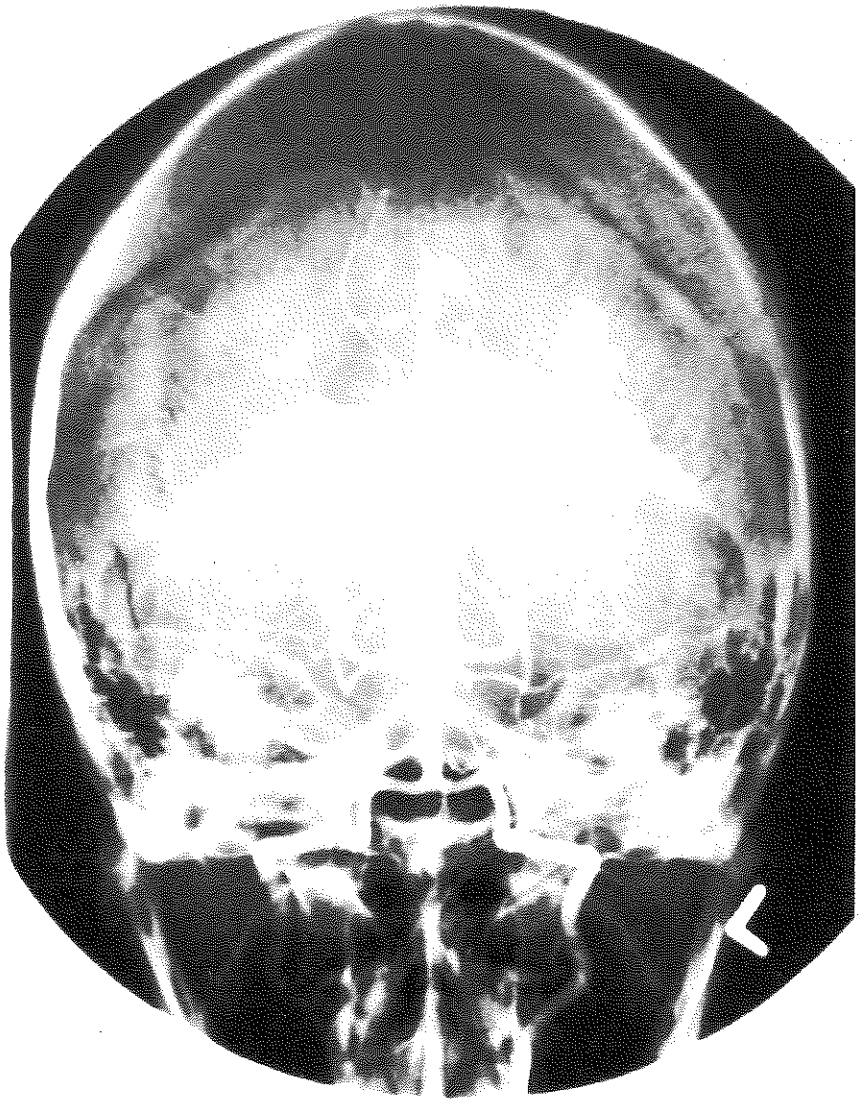
Şekil 17-11 Şek.17-11'deki radiografide görülen temel yapılar.



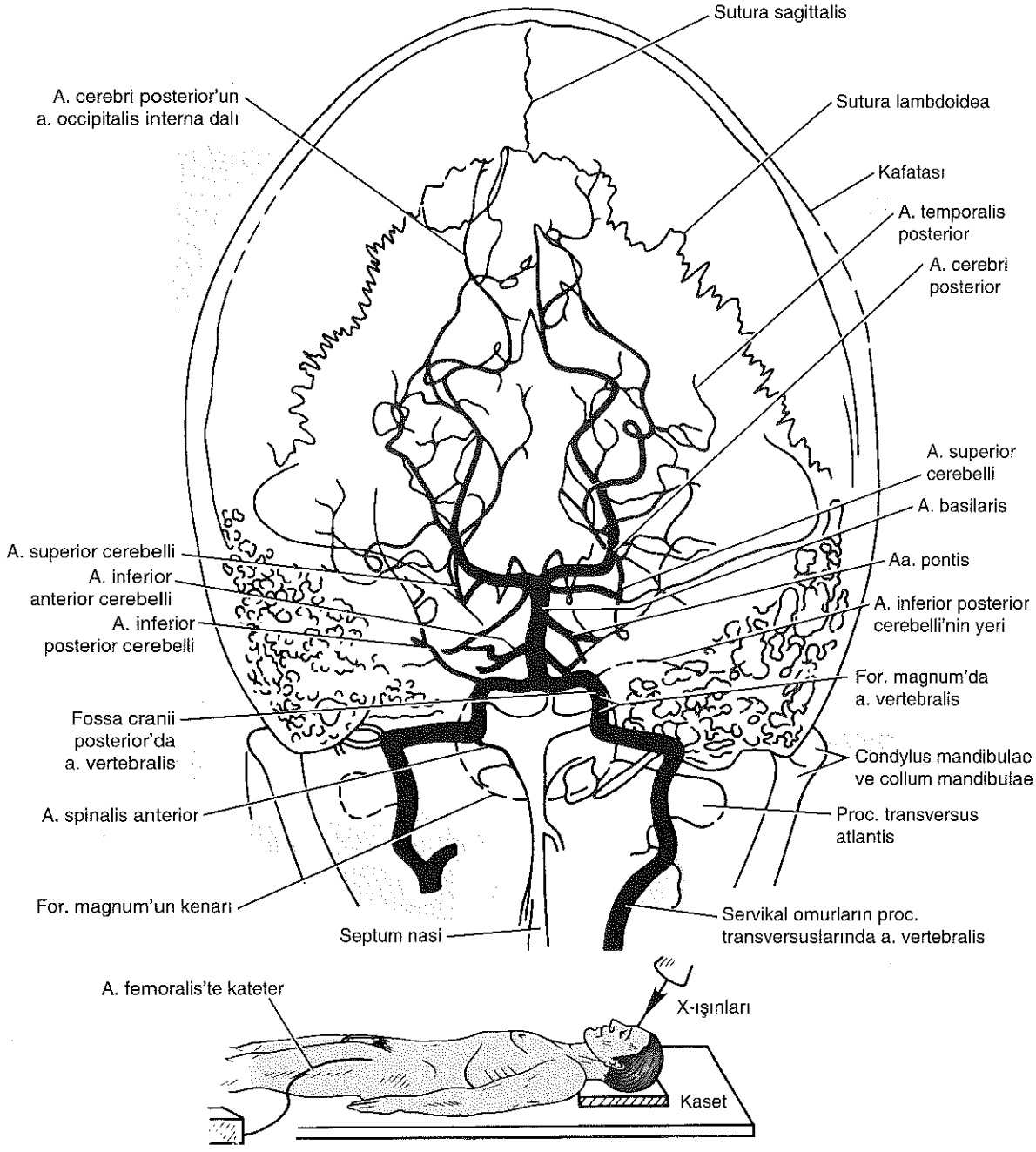
Şekil 17-12 Lateral arteria vertebralis arteriogramı. 20 yaşında bir erkek.



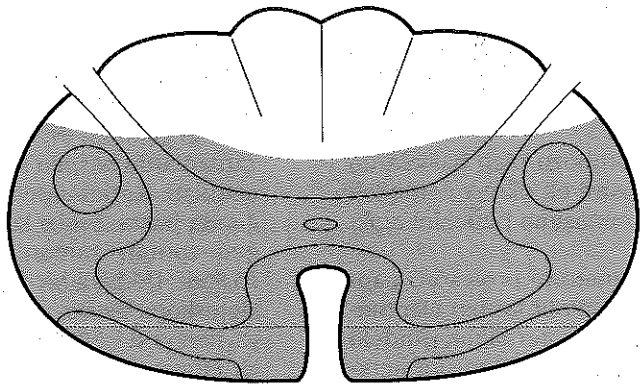
Şekil 17-13 Şek.17-12'deki radiografide görülen temel yapılar.



Şekil 17-14 Anteroposterior (açılı) arteria vertebralis arteriogramı. 35 yaşında bir kadın.



Şekil 17-15 Şek.17-14'deki radiografide görülen temel yapılar.



Şekil 17-16 Arteria spinalis anterior'un tıkanması. Pembe renkli alan, etkilenen medulla spinalis alanını belirtmektedir.

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ

1. Seçkin bir nöroşirurjiyen serebrovaskuler kazalarla ilgili bir konferans sırasında aşağıdaki hasta tablosunu sundu: "Genel olarak anlaşıldığı gibi, beyin dokusu içindeki terminal arterler arasında klinik önemi olan anastomozlar yoktur; ancak kafatasının içindeki ve dışındaki büyük çaplı arterler arasında birçok önemli anastomozlar vardır ve bunlar serebrovaskuler hastalıklardaki beyin hasarının kapsamını belirlemede önemli bir rol oynarlar." Bu tabloyu yorumlayın ve oluşan önemli arteryel anastomozların yerini adlandırın.
2. Bir karotis anjiografinin tetkiki sırasında, kontrast maddenin arteria cerebri anterior ve media'yı doldurduğu, fakat arteria cerebri posterior'u doldurmadığı belirtilmiştir. Kontrast maddeyi dikkatle takip edince a.communicans posterior'a girdiği, ancak daha ileri gitmediği görülmüştür. Normal bir kişide bu olguyu açıklayınız.
3. Evinde iken 3 gün önce yığılıp kalan 45 yaşındaki bir erkek, hastaneye getirildi. Hasta yarı bilinçsiz bir durumda evde yerde yatarken, bir arkadaşı tarafından bulundu. Fizik muayenede, görme alanlarının dikkatli muayenesi sonucu makuler alanların normal olduğu görülmesine rağmen, sağ tarafında homonim hemianopsi tespit edildi. Hastanın sağ bacağında şiddetli yakıcı ağrı yakınması olduğu halde, sağ tarafında hemianestezi ve hemianaljezi de vardı. Hastanedeki ilk 24 saat süresince hastada daha önceki iki gün içinde görülmeyen flasid tipte hafif sağ taraf hemiparezisi gösterildi. Tanınız nedir ? Bu bölgeleri besleyen spesifik arter dallarını tanımlayınız.
4. Yakın zamanlarda serebrovaskuler hastalıktan ölen bir hastanın otopsisi esnasında patologlar, ana arterlerin ikiye ayrılma yerinin veya bu arterlerin keskin kıvrım yaptığı yerlerin aterom plaklarının oluşmasına eğilimli olması ile serebral arterlerdeki aterosklerozisinin açıklamasını yaptılar. Kan akımındaki basınç değişikliklerinin olduğu bu yerlerin, hastalık sürecinin nedeninde bir etken olabileceği düşünülmelidir. Anatomi bilginizi kullanarak, ana serebral arterlerin ikiye ayrılma yerlerini veya bu arterlerin seyrindeki ani değişikliklerin olduğu yerlerin isimlerini belirtiniz.
5. Serebrovaskuler hastalıklı bir erkek hastayı dikkatle muayene ederken hekim, hastanın ailesi ile hastalığın durumunu, tedavinin seyrini ve prognozunu görüşmek için bir araya geldi. Kızı, inmenin ne anlama geldiğinin yanı sıra onun yaygın nedenlerini hekime sordu. Hekim de, klinik bulguların hastadan hastaya çok fazla farklılıklar gösterdiğini ifade etti. Serebral kan akımının anatomi ve fizyolojisi ile ilgili bilginizi kullanarak, serebrovaskuler hastalığı olan hastaların böylesine çok farklı sendromları gösterme nedenini açıklayınız.
6. Çoğu hastada farklı türde duysal yetersizlikler gösterdiğini bilsek de, serebrovaskuler hastalığın klasik belirtisi hemiplejidir. Serebral arterlerin anatomik dağılım bilginizi kullanarak, bu gibi hastalarda bulduğunuz duysal kayıpların ana tiplerini tartışınız.
7. Serebrovaskuler hastalığın tedavisi için hastaneye yatırılmış olan 70 yaşındaki bir kadının semptom ve belirtilerinin tartışılması sırasında, 4.sınıf bir tıp öğrencisi bu hastada semptom ve belirtilerin bilateral olmasının sürpriz olduğu yorumunu yaptı. Tıp öğrencisi, önceden muayene ettiği 3 hastanın yalnızca unilateral semptom ve belirtileri gösterdiğini söyledi. Nöranatomi bilginizi kullanarak, bazı hastalarda sendromun belirgin bir şekilde unilateral olurken, bazı hastalarda da bilateral semptom ve belirti-

lerin bulunmasının nedenini açıklayınız.

8. Nörologlar, sıklıkla dominant hemisferden bahsederler ve eğer serebrovaskuler hastalık bu dominant hemisferi etkilerse, muhtemelen global veya total sensoriomotor afazisi olacak olan bir hasta beklenir. Bu fenomeni açıklayınız.
9. Arteria cerebri media'da trombozu olan hastalarda sıklıkla homonim hemianopsiye ek olarak hemipleji ve hemianestezinin de bulunmasının nedenini açıklayınız.
10. Nörobiyoloji dersinde nöroanatomi profesörü capsula interna'nın yapısının ve kanlanmasının bilinmesinin önemini vurguladı. Capsula interna'nın içindeki çıkan-inen yolların (traktuslar) düzenlenişini açıkladı; bu yolların medial tarafındaki thalamus ve nucleus caudatus ile lateral tarafındaki nucleus lentiformis arasındaki küçük bir alan içinde nasıl yoğunlaştığını gösterdi. Açıkça, bu yaşamsal alanın kanlanmasının kesilmesi yaygın nörolojik defektler oluşturur. Capsula interna'nın kanlanması nasıldır?
11. 36 yaşındaki bir erkek, son 6 ay içinde işyerinde aralıklı olarak üç kez bayılma şikayetiyle doktoruna muayene oldu. Dikkatli bir anamnez sırasında hasta her üçünde de kendi masasında otururken ve ofis personeliyle görüşürken bayıldığını ifade etti; görüşme yaptığı kişinin, kendi masasının hemen sağ tarafındaki bir sandalyede oturduğunu da ilave etti. Her bir bayılma atağından önce baş dönmesi hissettiğini ve devamında sadece birkaç dakikalığına bilincini kaybettiğini söyledi. Önceki akşam, caddede bir arkadaşı ile konuşurken hızlı bir şekilde başını sağa döndürdüğünde benzer bir baş dönmesi nöbeti geçirmiş. Hekim, hastanın oldukça dar kalıplı olan dik yakalı bir gömlek giydiğini farketti. Hekim bu durumu yorumlarken, hasta işe giderken sürekli bu tip yakalı gömlek giydiğini belirtti. Başka bir anormal fiziksel belirti bulunmadı. Anatomi ve fizyoloji bilginizi kullanarak, sizin tanınız nedir?
12. Bir şirket müdürü olan 45 yaşındaki bir adam, kuruluş yıldönümünde akşam yemeğinden sonra üyelerine ayakta bir konuşma yaparken aniden göğsünün üzerinde "şiddetli baskı tarzında bir ağrı" hissetti. Baş dönmesi ve halsizlik hissederek, sandalyesinde geriye doğru düştü. Birkaç dakika sonra baygınlık geçirdi. Askerde iken kardiopulmoner canlandırma eğitimi almış olan akşam yemeğine katılan bir çalışan, öne doğru koştu ve hastanın solunumunun durmuş olduğunu fark etti. Hızlı bir şekilde ağızdan ağıza suni teneffüs ile kalp masajı yapmaya başladı ve hastayı hastaneye ulaştıracak ambulans personeli gelene kadar bu ilkyardım işlemini sürdürdü. Hastanenin yoğun bakım ünitesindeki hekim, akşam yemeğine katılan çalışanın atikliği ve yeterliliği sayesinde yaşamının kurtulmuş olduğunu hastaya daha sonra anlattı. Nörofizyoloji bilginizi kullanarak, komple kalp ve solunum durduğunda beyin dokusunun ne kadar süreyle canlı kalabileceğini belirtiniz.
13. Hipertansiyon geçmişi olan 62 yaşındaki bir erkek hasta, birkaç gün önce sağ gözünde geçici görme kaybı nedeniyle hekimine muayene oldu. Görüş kaybının kısmen olduğunu ve yaklaşık yarım saat sürdüğünü ifade etti. Ayrıntılı bir anamnezde hasta, daha önceki altı ay boyunca aynı gözde benzer körlük durumlarının olduğunu, fakat bu durumların sadece birkaç dakika sürdüğünü söyledi. Hatta hasta, kişilerin ve bazı şeylerin (eşya, giysi...) isimlerini hatırlıyamadığı günlerin de olduğunu dile getirdi. Ayrıca, son zamanlarda başının sağ tarafında şiddetli bir ağrı hissetmişti. Kendi aktiviteleri hakkında soru sorulduğunda hasta, eskisi kadar yürüyemediğini, sol bacağını zaman zaman zayıf ve uyuşuk hissettiğini söyledi. Dikkatli bir fizik muayene sırasında hekim, steteskopu ile boynun sağ tarafında farklı bir sistolik yayılım sesi işitti. Hastanın beyninde damarsal hastalık olduğu tesbit edildiğinden, bu hastalık sürecine neden olan arter hangisidir ? Hangi özel klinik araştırmalar sizin bu teşhisinizi doğrulamanızı sağlar ?
14. 39 yaşındaki bir erkek, bahçede çalışırken aniden oluşan ızdırap verici ve yaygın bir baş ağrısı hikayesi ile hastaneye kaldırıldı. Bu durumu, hastanın 10 dakika sonra baygın bir durumda yere yıkılması izledi. İçeriye taşınıp yatağa yatırıldıktan sonra hastanın bilinci geri geldi, ancak şaşkın bir durumda görünüyordu. Hasta şiddetli bir baş ağrısı ve boyun sertliğinden şikayet etti. Fizik muayene fazla olmasa da bir miktar ense sertliğini ortaya çıkardı. Üç gün sonraki dikkatli bir nörolojik muayene sol bacak kaslarında bir miktar tonus kaybını açığa çıkardı. Anatomi bilginizi kullanarak, teşhisinizi yapın. Ense sertliğinin sebebi nedir ?
15. Birkaç kadeh içki içtikten sonra bir bardan ayrılan 26 yaşında bir erkek, saat 01.00 'de yolda yürürken, yoldan geçen bir araba kendisine çarptı. İyi ki, araba yavaş gidiyordu ve hastanın başını sıyırarak çarptı. Bir saat sonra, polis hastayı yaya kaldırımında bilinçsiz bir durumda buldu. Bölge hastanesindeki fizik muayenesinde, hastanın birkaç dakika sonra bilincinin geri geldiği, fakat sonra hızlı bir şekilde bilinç kaybının yeniden oluştuğu tesbit edildi. Sağ pupilla dilateydi ve sol bacağın kas tonusunun normalden daha az olduğu tesbit edildi. Sol tarafında pozitif Babinski refleksi bulundu. Scalp muayenesinde sağ şakağının üstünde derin bir yara ve kafatasının lateral radyografisinde parietal kemiğin ön-alt köşesinde bir kırık olduğu görüldü. CT taraması, sağ parietal kemiğin iç yüzü boyunca önden arkaya doğru uzanan yoğun bir alanı gösterdi. Tanı nedir ? CT tarama işlemi için donanım var olmadığını ve lumbal ponksiyon işlemi yapılmasına karar verildiğini varsayalım; bu işlem artan bir serebrospinal sıvı basıncını ve serebrospinal sıvının hafif kanlı olduğunu ortaya çıkartır. Bu ilave bulguları açıklayınız ?
16. 50 yaşındaki bir kadın, baş ağrıları, uyku hali ve zihin karışıklığı şikayetleriyle hekimine muayene oldu. Ayrıntılı bir anamnezde, hasta 3 hafta önce aşağıya doğru eğilirken dolap kapısına başını çarptığını açıkca hatırladı. Bir CT taraması, beynin sağ frontal lobunun üzerinde büyükçe yer kaplayan bir lezyonun varlığını gösterdi. Olası teşhis nedir ?
17. Hipertansiyon hikayesi olan 55 yaşındaki bir erkek işe giderken caddede yığıldı. Ani, şiddetli bir baş ağrısından şikayet etti. 5 dakika sonra, yüzü sağ tarafa

sarkmaya (yamulmaya) ve konuşurken gevelemeye başladı. Hastaneye baş vurduğunda, sağ kol ve bacağı soldakine göre daha güçsüz bulundu ve kasları hipotonikti. Gözler sola doğru kaymıştı. Sonra sağ kol ve bacak tam paralize haldeydi ve iğne batırılmasına karşı duyarsızdı. Sağ tarafta pozitif Babinski belirtisi vardı. İki saat sonra, hasta bilateral sabit dilate olmuş pupillalar ile birlikte derin bir komaya girdi. Daha sonra solunumu derin ve düzensiz hale gelmeye başladı; hasta 6 saat sonra öldü. Nöroanatomi bilginizi kullanarak tanı koyun.

18. Medulla spinalis'in kanlanması nasıldır ? Medulla spinalis'in hangi alanları arteria spinalis anterior tarafından beslenir ? Medulla spinalis'in hangi bölgeleri iskemiye en duyarlıdır ?

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. Serebral arterlerin terminal dalları beyin dokusuna girdikten sonra artık anastomoz oluşturmazlar. Hastalık nedeni ile bu gibi terminal arterlerde oluşan blokajı, hızlı bir şekilde nöronal ölüm ve nekrozis izler. Sonra genellikle çevresindeki nöroglia dokusu proliferasyona uğrar ve bir nöroglial nedbe oluşturarak ya da kistik bir kavite meydana getirerek bu alanı tamamen kaplar. Serebral arterler arasında aşağıda belirtilen önemli olan anastomozlar bulunur: (a) Willis poligonu; (b) serebral hemisferler ve serebellar hemisferlerin yüzeyindeki serebral arterlerin dalları arasındaki anastomozlar; (c) arteria carotis interna ve arteria carotis externa'nın dalları arasındaki anastomozlar : (i) arteria carotis communis'ten çıkış yerlerinde, (ii) orbita'nın içindeki arteria ophthalmica dalları ile, arteria facialis ve arteria maxillaris'in dalları arasındaki anastomoz yerlerinde, (iii) arteria carotis interna'nın meningeal dalları ile arteria meningea media arasında.
2. Mc Donald ve Potter'in 1951 deki araştırması, aynı taraftaki arteria carotis interna ve arteria vertebralis'ten gelen kan akımlarının bir araya geldiği yerin arteria communicans posterior olduğunu; bu noktada arterlerin basınçları eşit olduğu için kan akımlarının birbirleri ile karışmadığını göstermiştir. Bununla birlikte klinik uygulamalarda, karotis anjiografisi ile gösterildiği gibi radyoopak madde ile arteria cerebri posterior'un tam doldurulması, hastaların yaklaşık % 25'inde gerçekleştirilir. Diğer normal bireylerde kısmen dolduğu da görülebilir. Değişken sonuçlar, arteryel halkayı oluşturan arterlerin çaplarının önemli derecede varyasyon göstermesi ve bu nedenle farklı bireylerde kan akımının değişiklik gösterebildiği prensibini açıklamaktadır.
3. Sol arteria cerebri posterior'un kortikal dallarının tıkanması, sulcus calcarinus'taki primer görme alanının iskemisi nedeni ile sağ tarafta homonim hemianopsiye yol açacaktır. Makuler bölgenin etkilenmemesinde, lobus occipitalis'de bu bölge ile ilgili alanın arteryel beslenmesinin sol arteria cerebri posterior ile sol arteria cerebri media tarafından ortak sağlandığı dikkate alınmalıdır. Sağ taraf hemianestezisi ve sağ bacakta şiddetli yanma ağrısı klinikte talamik sendrom olarak gösterilir ve sol talamusun duysal çekirdeklerini besleyen sol arteria cerebri posterior'un sentral (merkezi) dallarından birisinin tıkanmasına bağlıdır. Kısa süreli sağ taraftaki hafif hemiparezinin varlığı, sol pedunculus cerebri'ye giden sol arteria cerebri posterior'un bir dalının geçici tıkanması ile açıklanabilir.
4. Ateromatöz plaklar, aşağıda belirtilen yerlerde oluşmaya eğilimlidir: (a) arteria carotis interna'daki sinus carotictus'da veya arteria carotis communis'in ikiye ayrıldığı yerin hemen üzerinde, (b) arteria cerebri media'nın ilk ana dalını verdiği yerde, (c) arteria vertebralis'lerin, arteria basilaris'i oluşturmak üzere birbirleri ile birleştikleri yerde, (d) arteria cerebri anterior'un, genu corporis callosi'nin üzerinden yukarıya ve arkaya doğru kıvrıldığı yerde, (e) arteria cerebri posterior'un, pedunculus cerebri'nin dış yan tarafından dönerek geçtiği yer.
5. Bir inme (felç), nörolojik bir defektin ani gelişimi olarak tanımlanabilir; genellikle hemiplejinin bazı evrelerinin gelişimiyle ilgilidir ve bazen bilinç kaybı da eşlik eder; bu durum genellikle serebrovaskuler bir atak nedeniyledir. Belirti ve bulgular, tutulan arterin çapına ve serebral kan akımının kesilmesi nedenine bağlı olacaktır. Örneğin, serebral emboli veya serebral hemoraji ani olarak gelişen bir olgudur; ancak hipertansiyonlu bir hastada aterosklerozun gelişimi yavaş bir süreç olmasına karşın, trombozun ateromatöz plaklı bir yerde oluşması durumunda süreç aniden daha fazla kötüleşebilir. Hemipleji en yaygın belirtidir, ancak birçok ilave duysal defektler bloke olan artere bağlı olarak gelişebilir. Örnek olarak hemianestezi, hemianopia, disfazi ve disartri verilir.
6. Arteria cerebri media veya dallarının tıkanması, vücudun karşı tarafındaki kasların paralizine ilave olarak, gyrus postcentralis'in iskemisi nedeniyle kontralateral hemianesteziye ve radiatio optica'nın iskemisine bağlı olarak homonim hemianopsiye yol açar.

   Arteria cerebri anterior veya dallarının tıkanması, cortex cerebri'nin bacak bölgesinin iskemisinden dolayı karşı tarafta bacak, ayak ve parmaklarda duyu kayıpları meydana gelebilir. Arteria cerebri posterior veya dallarının tıkanması, sulcus calcarinus bölgesindeki primer görme alanının iskemisine bağlı olarak karşı tarafta homonim hemianopsi oluşabilir. Eğer thalamus'a giden dallar da bloke olursa, karşı tarafta hemianestezi ve muhtemelen aynı bölgelerde şiddetli ağrının gelişimi de mümkün olacaktır.

   Bu duysal kayıplar, görülen ana belirtilerden birisidir. Duyu kaybının derecesi, tıkanan arter dallarının çapına ve sayısına bağlı olacaktır.
7. Arteria carotis interna ve arteria basilaris, hastalıktan eşit olarak etkilenirler. Arteria carotis interna, arteria cerebri anterior ve arteria cerebri media dalları yoluyla predominant olarak serebral hemsiferlerden birisini

beslerler; bu nedenle, arteria carotis interna'nın tıkanması dominant hemisferi etkileyip etkilemediğine göre karşı tarafta hemipleji, hemianestezi, hemianopsi, afazi ve agnoziye neden olacaktır. Diğer taraftan, arteria basilaris iki arteria cerebri posterior yolu ile beyinin her iki yarım küresini ve birçok dalları yoluyla beyin sapının her iki tarafını beslemektedir. Bu nedenle, arteria basilaris'in tıkanması bilateral motor ve duyu kayıpları ile vücudun her iki tarafında kranial sinir ve serebellum tutulumlarıyla sonuçlanacaktır.

8. Dominant hemisfer konuşma fonksiyonunda baskındır. Sağ elini kullanan kişilerde (bazı sol elini kullanan kişilerde) konuşma sol hemisferin bir fonksiyonudur. Sol hemisfer (dominant olarak) kortikal konuşma merkezini içerdiği için, sol taraftaki arteria cerebri media'yı tutan serebrovaskuler bir atak, sağ taraftakinden daha ciddi olacak ve total sensori motor afaziye yol açacaktır. Sağ hemisferi dominant olan kişilerde ise bu durumun tersi oluşur.
9. Arteria cerebri media, kortikal dallarına ilave olarak, capsula interna'nın crus posterius'unu ve radiatio optica'yı besleyen santral dallar da verir. Bu dalların tıkanması, kontralateral homonim hemianopsi ile sonuçlanacaktır.
10. Önemli birçok çıkan ve inen yollar capsula interna'dan geçtiği için, onun kanlanmasındaki bir tıkanıklık yaygın nörolojik bir defisit meydana getirir. Capsula interna, arteria cerebri media'nın medial ve lateral striat santral dalları ile arteria cerebri anterior'un santral dalları tarafından beslenir.
11. Bu hasta, sinus caroticus sendromunun belirtilerine sahiptir. Bu sendromun tam bir tanımı için sayfa 484'e bakınız.
12. Serebral sinir dokusunda, serebral kan akımının tam olarak kesilmesinden yaklaşık 4 dakika sonra irreversibl değişikliklerin oluşmaya başladığı değerlendirilmelidir (eğer hastanın vücudu soğutulursa, bu süre daha arttırılabilir).
13. Sol bacakta motor semptomlar ile birlikte sağ gözde görme kaybının varlığı, sağ arteria carotis interna'nın kısmi tıkanıklığını kuvvetli bir şekilde akla getirir. Bu durum, arteria carotis interna üzerinde sistolik bir üfürüm ve hafıza kaybı ile birlikte olduğunda, tanı hemen hemen kesindir. Sağ taraftaki baş ağrısı da bu durumda yaygın bir semptomdur. Sağ taraf karotis anjiogramı, arteria carotis interna'nın orijin yerinde aşırı bir daralmanın varlığını doğrular. Oftalmodinamometrik ölçümler, sağ arteria ophthalmica'daki azalmış basınç nedeniyle sağ taraftaki retinal arter basıncının da azalmış olduğunu gösterir.
14. Bu hastada arteria communicans anterior'un konjenital bir anevrizması vardı. Erkek veya kadın hastaların sıklıkla başına vuruluyormuş gibi hissettiği dramatik bir şekilde şiddetli baş ağrısının ani olarak başlaması, spatium subarachnoideum'daki konjenital anevrizma ruptürünün karakteristik bir özelliğidir. Ense sertliği veya gerginliği, spatium subarachnoideum içine kanın dolması sonucunda oluşan meningeal irritasyon nedeniyledir. Anevrizmanın Willis poligonunun ön bölümünde bulunması durumunda da bazen oluşan unilateral görme defekti bulgusu, bu hastada nervus opticus üzerine eski bir basının sonucu değildir. Sağ serebral hemisferde hasara yol açan spatium subarachnoideum'daki ani kanama anevrizma yüzünden olsa bile, sol bacak kaslarındaki tonus kaybını açıklamak zordur.
15. Parietal kemiğin ön bölümündeki kırık, sağ arteria meningea media'nın ön parçasını yırtması nedeniyle bu hastanın sağ tarafında ekstradural kanama vardı. Hastanın anamnezinde bilinç kaybının bulunması, kısa bir dönem için bilincin geri gelmesi ve sonra bilinç kaybının tekrar nüksetmesi karakteristik bir bulgudur. İlk travma genellikle başlangıçtaki bilinç kaybından sorumludur. Bir bilinç kaybının tekrar nüksetmesi, dura mater'in meningeal tabakasının dışında arteryel basınç etkisindeki geniş bir kan pıhtısının birikimi nedeniyledir. Sağ nervus oculomotorius üzerindeki indirekt basınç nedeniyle sağ taraftaki genişlemiş pupilladan bu durum sorumludur. Sağ gyrus precentralis'teki bası, hemiplejiye ve sol bacakta güçsüzlüğe neden olur; sol tarafta pozitif Babinski refleksine de sebep olur. İntrakranial boşlukta geniş kan pıhtısının varlığı, CT taramasıyla kolaylıkla ayırt edilebilir. Pıhtının varlığı, artmış olan serebrospinal sıvı basıncından da sorumludur. Lumbal ponksiyonla elde edilen sıvının hafif kanlı olması, kırık yerinde ekstradural aralıkdan spatium subarachnoideum içine az miktarda kan sızıntısından dolayıdır.
16. Bu hastada 3 hafta önce kafa travmasını izleyen kronik bir subdural hematom vardı. Bu durum, vena cerebri superior'lardan bir tanesinin sinus sagittalis superior'a giriş yerinde yırtılması sonucu olmuştur. Kan, dura mater ile arachnoidea mater arasında düşük basınç altında birikir. Baş ağrıları, uyuşukluk ve mental bozukluk artmış olan intrakranial basınç yüzündendir. Kan pıhtısı, CT taraması ile kolaylıkla görülebilir. Kan pıhtısı, kafatasında bir burr deliği açarak başarılı bir şekilde çıkarılır ve hastada artık başka bir belirti kalmaz.
17. Geçmişinde hipertansiyon, ani başlayan şiddetli baş ağrısı, dil sürçmesi, yüzün sağ alt tarafında zayıflık, sağ tarafta hemipleji, sağ pozitif Babinski belirtisi, sağ tarafta hemianestezi ve gözlerin sol tarafa deviasyonu olan bir hastada bütün bu belirtiler sol serebral hemisferi içeren serebrovaskuler bir atak tanısını koydurur. Otopside, sol arteria cerebri media'nın perforan santral dalları ateroskleroz ile yaygın şekilde etkilenmiş olarak bulundu. Bu arterlerden birisi sol nucleus lentiformis ve sol capsula interna'ya geniş bir hemoraji ile sonuçlanacak şekilde yırtılmıştı. Hipertansiyon ve arterin aterosklerotik dejenerasyonunun kombinasyonu, ölümcül bir hemorajinin sorumlusudur. Dilate olmuş sabit pupillalar, düzensiz solunum ve sonuç olarak ölüm, hemisfer içindeki basınç artışının beyin sapında aşağıya doğru baskılama etkisi yapması nedeniyledir.
18. Medulla spinalis'in kanlanması sayfa 481'de tam olarak anlatıldı. Arteria spinalis anterior, medulla spinalis'in 2/3 ön kısmını beslemektedir. Bu bölgedeki arteria spinalis anterior aşırı derecede küçük olduğu için, medulla spinalis'in üst ve alt torakal segmentleri nispeten zayıf olarak beslenmektedir; bu yüzden onlar, iskemi için daha duyarlıdırlar.

ÇALIŞMA SORULARI

Açıklama : Bu bölümde numaralandırılmış soruların her birini harfli yanıtlar izlemektedir. Harfle belirtilen yanıtlardan DOĞRU olanı seçiniz.

1. Aşağıdaki bilgiler beyin beslenmesi ile ilgilidir; doğru yanıtı seçiniz.
   (a) Beyin kendi kanlanmasını direkt olarak 2 (iki) a.carotis externa'dan almaktadır.
   (b) Willis poligonu, a.cerebri anterior, a.carotis interna, a.cerebri posterior, a.basilaris ve a.communicans anterior ile posterior tarafından oluşturulur.
   (c) Serebral arterler, beyinin dış yüzeyinde anastomoz yapmazlar.
   (d) Beyin dokusuna girer-girmez serebral arterlerin dalları arasında çok sayıda anastomozlar vardır.
   (e) Capsula interna'yı besleyen temel kan akımı, a.cerebri anterior'un sentral (merkezi) dallarından sağlanır.
2. Aşağıda sıralanmış olan serebral korteks alanlarının arteryel beslenmesini sağlayan damarlarla ilgili doğru şıkkı işaretleyiniz.
   (a) Gyrus precentralis (yüz bölgesi), a.cerebri media tarafından beslenir.
   (b) Gyrus postcentralis (yüz bölgesi), a.cerebri anterior tarafından beslenir.
   (c) Cuneus, a.cerebri anterior tarafından beslenir.
   (d) Gyrus temporalis inferior, a.cerebri media tarafından beslenir.
   (e) Wernicke alanı, a.cerebri posterior tarafından beslenir.
3. Aşağıda sıralanmış olan arterlerin doğduğu esas arter, hangi şıkta doğru olarak belirtilmiştir ?
   (a) A.ophtalmica, a.cerebri media'nın bir dalıdır.
   (b) Aa.pontis, a.carotis interna'nın bir dalıdır.
   (c) A.communicans posterior, a.cerebri media'nın bir dalıdır.
   (d) A.spinalis posterior, a.vertebralis'den çıkar.
   (e) A.inferior posterior cerebelli, a.basilaris'in bir dalıdır.
4. Aşağıda sıralanmış olan venlerin drene olduğu sinus durae matris, hangi şıkta doğru olarak belirtilmiştir ?
   (a) Vv. superiores cerebri, sinus sagittalis inferior'a drene olur.
   (b) V. magna cerebri, sinus sagittalis superior'a drene olur.
   (c) Vv. superiores cerebelli, sadece sinus rectus'a drene olur.
   (d) Vv. spinales, plexus venosus vertebralis externus'a drene olur.
   (e) Sinus sagittalis inferior, sinus rectus'a drene olur.
5. Serebral kan akımı ile ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi doğrudur ?
   (a) Sempatik postganglioner lifler, serebral kan damarlarının çapı üzerinde büyük bir kontrol etme gücü sağlarlar.
   (b) Genel kan basıncındaki değişikliklere bağlı olarak serebral kan akımında da büyük oranda değişimler olur.
   (c) Serebral kandaki oksijen oranının, serebral kan damarlarının çapı üzerinde bir etkisi yoktur
   (d) Serebral kan damarlarının en etkili vazodilatatörlerinden biri karbondioksittir.
   (e) Bir serebral arterin tıkanmasını takiben sinir dokusunun özel bir alanı için kan akımı, kollateral sirkülasyona bağlı değildir.
6. Serebral iskemi ile ilgili aşağıdaki bilgilerden hangisi doğrudur ?
   (a) Bir serebral arterin ateramatöz dejenerasyonu, serebrospinal sıvının varlığına bağlı olarak avasküler alandaki sinir hücrelerinin dejenerasyonuna neden olmaz.
   (b) Kan akımının yaklaşık 10 saniye durmasından sonra nöronal fonksiyon sona erer.
   (c) Kan akımının yaklaşık 4 dk'lık kesilmesinden sonra irreversibl serebral hasar oluşmaya başlar.
   (d) Şiddetli fiziksel travmanın sonucu olarak oluşan şok serebral iskemi ile sonuçlanmaz.
   (e) Bir serebrovasküler hasarı (atak) takiben hastanın vücudunun soğuması serebral dejenerasyonu hızlandırır.

Eşleştirme Soruları: Açıklama: Aşağıdaki soruları Şekil 17-17'e göre yanıtlayın. Aşağıdaki listede numaralanmış arterleri, harfle işaretlenmiş uygun arterlerle eşleştirin. Harfle işaretlenmiş her bir seçenek, bir kez veya daha fazla kullanılabilir veya hiç kullanılmayabilir.

7. Numara 1
8. Numara 2
9. Numara 3
10. Numara 4
11. Numara 5
12. Numara 6

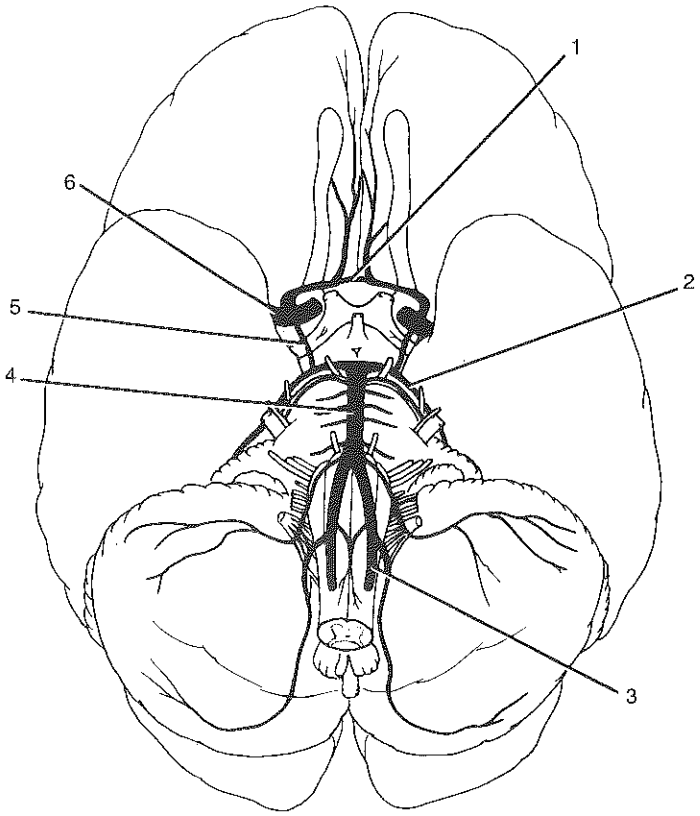
(a) A.cerebri media
(b) A.communicans anterior
(c) A.cerebri posterior
(d) A.basilaris
(e) Yukarıdakilerin hiçbiri

Açıklama : Bir sonraki soruda, harfle işaretlenmiş DOĞRU olan TEK yanıtı seçiniz.

13. Medulla spinalis kanlanması ile ilgili aşağıdaki şıklardan hangisi doğrudur ?
   (a) A.spinalis posterior'lar, medulla spinalis'in 1/3 arka bölümünü kanlandırır.
   (b) Medulla spinalis venleri, beyin venleri veya sinus durae matris ile bağlantılı değildir.
   (c) A. radicularis magna (Adamkiewicz arteri), üst torakal bölgede arcus aortae'dan doğar.
   (d) A.spinalis anterior, bir çift arterdir; fakat genellikle bir a.vertebralis'ten çıkar.
   (e) Spinal arterler, lokal arterlerin dalları ile desteklenmezler.

Açıklama : Her bir olguyu sorular takip etmektedir. Olguyu okuduktan sonra harfle işaretlenmiş EN İYİ YANITI seçiniz.

58 yaşında bir erkek, akşam yemeğini yerken aniden şiddetli bir baş ağrısından yakınmaya başlar. Birkaç dakika sonra, masanın üzerine öne doğru yığılır ve bilincini kaybeder.



Şekil 17-17 Beyinin alt yüzündeki arterler.

14. Hastaneye kaldırıldığında, hekim muayene esnasında **biri hariç** aşağıdaki fizik bulguları saptadı. **Hariç** olan bulgu hangisidir ?
    (a) Hasta derin komadaydı ve solunumu derin ve yavaştı.
    (b) Hastanın başı sola doğru dönmüştü.
    (c) Yüzünün sağ tarafı donuklaşmış ve ağzının sağ köşesinden salya akıyordu.
    (d) Ekstremitelerdeki kas tonusu sağ tarafta, sola göre daha azdı.
    (e) Sağ abdominal refleksler yoktu ve sol tarafta pozitif Babinski refleksi vardı.
15. Üç gün sonra, hasta bilincini yeniden kazandı ve **biri hariç** aşağıdaki ek bulgular görünür hale geldi. **Hariç** olan bulgu hangisidir ?
    (a) Sağ kol ve daha az derecede sağ bacak felçliydi.
    (b) Sol kol ve sol bacak hareketleri ile yüzün sol tarafı normaldi.
    (c) Yüzünün sağ tarafının üst ve alt bölümleri felçliydi.
    (d) Hasta güçlükle yutkunmaktaydı.
    (e) Hasta konuşamıyordu.
16. Geçen iki hafta süresince, **biri hariç** aşağıdaki bulgular gelişti. **Hariç** olan bulgu hangisidir ?
    (a) Sağ taraftaki ekstremitelerin kasları hipertonik hale geldi.
    (b) Sağ taraftaki tendon refleksleri hiperaktifleşti.
    (c) Hastanın sağ tarafında bazı duyu kayıpları oluştu.
    (d) Hasta, idrar tutama sıkıntısı çekiyordu.
    (e) Sol tarafındaki kaslar hipotonik durumdaydı.
17. Bu hastadan sorumlu nörolog, aşağıda olduğu gibi bu bulguları yorumladı. Yorumlarının hepsi, **biri hariç** muhtemelen doğruydu. **Hariç** olan yorum hangisidir?
    (a) Bilinç kaybını izleyen şiddetli bir baş ağrısının ani başlaması, serebral arter tıkanması olan hastalarda sık rastlanan bir bulgudur.
    (b) Komanın derinliği, arteryel blokajın boyutu ile ilgili değildir.
    (c) Yüzün sağ tarafındaki felç, beyinin sol tarafındaki bir lezyonun varlığını belirtir.
    (d) Hastanın başı ve gözleri sola doğru dönüktür (örneğin, lezyon tarafına doğru).
    (e) Sağ taraftaki abdominal reflekslerin kaybı, beyinin sol tarafındaki bir lezyonun varlığını belirtir.
18. Aşağıdaki fizik bulgular ve bilinen anatomik veriler, **biri hariç** sol a.cerebri media ile ilişkili olduğunu kuvvetli bir şekilde akla getirdi. Aşağıdakilerden hangisi **hariçtir** ?
    (a) Yüzün sağ tarafı ile sağ kolun felci, sağ bacaktakinden daha şiddetlidir.
    (b) Afazinin varlığı
    (c) A.cerebri media'nın sentral (merkezi) dalları, nuc.lentiformis, nuc.caudatus ve capsula interna'nın kanlanmasını sağlamamaktadır.
    (d) Sol a.cerebri media, a.cerebri anterior tarafından kanlandırılan dar bir şerit şeklindeki alan hariç, serebral hemisferin dışyan yüzünün tamamını beslemektedir.

(e) Sol a.cerebri posterior, serebral hemisferin altdışyan yüzünü ve polus occipitalis'i kanlandırır.

60 yaşında bir adam, göğsünün arka tarafında ve sırtında lokalize olan dayanılmaz derecede şiddetli, keskin ve göğsünü yırtarcasına aniden başlayan bir ağrı şikayeti ile acil servise başvurdu. Komple bir fizik ve radyolojik muayeneden sonra, aorta thoracica disseksiyon teşhisi konuldu. Birkaç saat içinde hasta, göğsünün her iki yan tarafında 4.torakal dermatomu tutan "kuşak" şeklinde bir ağrı çekmeye başladı. Daha sonra hastada 4. torakal dermatom seviyesinin altında bilateral termoanestezi ve analjezinin (ısı ve ağrı duyumu kaybı) olduğu bulundu. Pozisyon, titreşim ve hafif dokunma duyuları normal durumdaydı. Her iki bacağında tam spastik bir paralizi hızlıca oluştu.

19. Bu hastada "kuşak" tarzındaki ağrının ani başlamasının **en olası sebebi** aşağıdakilerden hangisidir:
    (a) 4. torakal spinal sinirler üzerine bası.
    (b) Aorta thoracica disseksiyonu sırasında segmental spinal arterleri veren aa.intercostales posteriores orijinlerinin blokajı.
    (c) Büyüyen anevrizmanın neden olduğu rahatsızlık.
    (d) Columna vertebralis'in osteoartriti.
20. Medulla spinalis'in 4.torakal segment seviyesinin altında bilateral termoanestezi ile analjezinin gelişimi ve daha sonra paraplejinin oluşumunun **sebebi** aşağıdakilerden hangisidir ?
    (a) Aa.spinales posteriores'deki kan dolaşımının yokluğu.
    (b) Serebral hemoraji.
    (c) A.spinalis anterior'daki kan dolaşımının yokluğu.
    (d) 4.torakal vertebra korpusunun çökmesi.

ÇALIŞMA SORULARININ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. **B** doğru yanıttır. Willis poligonu a.cerebri anterior, a.carotis interna, a.cerebri posterior, a.basilaris, a.communicans anterior ve a.communicans posterior tarafından oluşturulur (Bkz. Şekil 17-6). A. Beyinin kanlanması, subaraknoid aralık içinde seyreden sağ-sol a.carotis interna ve sağ-sol a.vertebralis'lerden direkt ve indirekt yollarla sağlanır (Bkz. Sayfa 475). C. Serebral arterler, beyin yüzeyi üzerinde anastomoz yaparlar (Bkz. Sayfa 483). D. Serebral arterler beyin dokusu içine girer-girmez kendi dalları arasında artık anastomozlar oluşmaz (Bkz. Sayfa 483). E. Capsula interna'yı besleyen esas kan, a.cerebri media'nın sentral (merkezi) dallarından gelmektedir (Bkz. Sayfa 479).
2. **A** doğru yanıttır. Gyrus precentralis (yüz bölgesi), a.cerebri media tarafından beslenir (Bkz. Şekil 8-5 ve 17-3). B. Gyrus postcentralis'in yüz bölgesi, a.cerebri media tarafından beslenir (Bkz. Sayfa 475). C. Cuneus, a.cerebri posterior tarafından beslenir (Bkz. Şekil 17-3). D. Gyrus temporalis inferior, a.cerebri posterior tarafından beslenir (Bkz. Şekil 17-3). E. Wernicke alanı, a.cerebri media tarafından beslenir (Bkz. Sayfa 475).
3. **D** doğru yanıttır. A.spinalis posterior, a.vertebralis'den kaynaklanır (Bkz. Şekil 17.7). A. A.ophthalmica, a.carotis interna'nın pars cerebralis'inin bir dalıdır (Bkz. Sayfa 475). B. Aa.pontis, a.basilaris'in dallarıdır (Bkz. Şekil 17-2). C. A.communicans posterior, a.carotis interna'nın bir dalıdır (Bkz. Şekil 17-2). E. A.inferior posterior cerebelli, a.vertebralis'in bir dalıdır (Bkz. Şekil 17-2).
4. **E** doğru yanıttır. Sinus sagittalis inferior, sinus rectus'a drene olur (Bkz. Şekil 17-5). A. Vv.cerebri superiores, sinus sagittalis superior'a drene olur (Bkz. Şekil 17-5). B. V.cerebri magna, sinus rectus'a drene olur (Bkz. Şekil 17-5). C. Vv.cerebelli superiores, sinus rectus, sinus transversus ve sinus occipitalis'e drene olur (Bkz. Şekil 17-5). D. Vv.spinales, plexus venosus vertebralis internus'a drene olur (Bkz. Sayfa 482).
5. **D** doğru yanıttır. Karbon dioksid, serebral kan damarlarının en kuvvetli vasodilatatörlerinden birisidir (Bkz. Sayfa 481). A. Sempatik postganglioner liflerin serebral kan damarlarının çapı üzerinde çok az bir kontrol etme gücü vardır (Bkz. Sayfa 481). B. Serebral kan akımı, genel kan basıncındaki değişikliklerde sadece hafif bir şekilde değişir (Bkz. Sayfa 481). C. Serebral kandaki düşük oksijen basıncı, serebral kan damarlarının vazodilatasyonuna neden olur (Bkz. Sayfa 481). E. Bir serebral arterin tıkanmasını takiben sinir dokusunun özel bir alanı için gelen kan akımı, kollateral sirkülasyonun yeterliliğine bağlıdır (Bkz. Sayfa 483).
6. **C** doğru yanıttır. İrreversibl serebral hasar, kan akımının kesilmesinden yaklaşık 4 dakika sonra oluşmaya başlar (Bkz. Sayfa 483). A. Serebral bir arterin ateromatöz dejenerasyonu, avasküler alandaki sinir hücrelerinin dejenerasyonuna ve kendisini çevreleyen alanda bulunan mikroglial hücrelerin proliferasyonuna neden olabilir (Bkz. Sayfa 484). B. Kan akımının durmasından yaklaşık 1 dakika sonra nöronal fonksiyon kesilir (Bkz. Sayfa 483). D. Şiddetli fiziksel travmanın sonucu olarak oluşan şok serebral iskemi ile sonuçlanır (Bkz. Sayfa 484). E. Serebrovasküler bir atak (inme) sonrasında hastanın vücudunun soğuması serebral dejenerasyonu yavaşlatır (Bkz. Sayfa 483).

7-12 sorularının yanıtları için, beyinin alt yüzünün arterlerini gösteren Şekil. 17-17'ye bakınız.

7. **B** doğru yanıttır ; 1, a.communicans anterior'dur.
8. **C** doğru yanıttır ; 2, a.cerebri posterior'dur.
9. **E** doğru yanıttır ; 3, a.vertebralis sinistra'dır.
10. **D** doğru yanıttır ; 4, a.basilaris'dir.
11. **E** doğru yanıttır ; 5, a.communicans posterior'dur.
12. **A** doğru yanıttır ; 6, a.cerebri media (dextra)'dır.
13. **A** doğru yanıttır. A.spinalis posterior'lar, medulla spinalis'in 1/3 arka bölümünü kanlandırır (Bkz. Sayfa 481). B. Medulla spinalis venleri, beyin venleri ve

sinus durae matris ile bağlantılıdır (Bkz. Sayfa 482). C. A.radicularis magna (Adamkiewicz arteri), alt torakal veya üst lumbal vertebra seviyelerinde aorta'dan doğar (Bkz. Sayfa 482). D. A.spinalis anterior tek arterdir; fakat genellikle her iki a.vertebralis'den de doğar (Bkz. Sayfa 482). E. Spinal arterler, lokal arterlerin dalları olan aa.radiculares tarafından desteklenir (Bkz. Sayfa 482).

14. **E** hariçtir. Sağ tarafta pozitif Babinski refleksi vardı.
15. **C** hariçtir. Yüzün sağ tarafının üst bölümündeki kaslar, beyinin sol tarafındaki üst motor nöronları tutan bir lezyondan etkilenmez. Bu durum, yüzün üst bölüm kaslarının kontrolünün her iki serebral hemisferden kortikonüklear lifler alan VII.kranial sinirin nucleus facialis'inin bir bölümü olma gerçeğine dayanmaktadır (Bkz. Sayfa 346).
16. **E** hariçtir. Serebral lezyon beyinin sol tarafındaydı ve sol taraf bacak kasları vasküler hastalıktan (inme) tümüyle etkilenmez.
17. **B** hariçtir. Komanın derinliği, arteryel blokajın boyutu ile ilgilidir.
18. **C** doğru yanıttır. A.cerebri media dextra'nın sentral (merkezi) dalları, sağ taraftaki nuc.lentiformis, nuc.caudatus ve capsula interna'nın kanlanmasını sağlamaktadır.
19. **B** doğru yanıttır. Torakal bölgede, aa.intercostales posteriores direkt olarak aorta thoracica'dan doğar ve aort disseksiyonunda olduğu gibi bir kan pıhtısı tarafından bloke edilebilir. Aa.intercostales posteriores'in dalları olan segmental spinal arterler, spinal sinir ve onların köklerini besleyen aa.radiculares'lere orijin verirler. Eğer bu arterler beslenmeye katılmazsa, tutulan spinal sinirlerin dağılım alanlarında özellikle "kuşak" tarzında şiddetli bir ağrı ortaya çıkar.
20. **C** doğru yanıttır. Medulla spinalis'in kanlanması zayıftır; eğer a.spinalis anterior ve a.spinalis posterior'lar, segmental arterler tarafından desteklenmezse bunu medulla spinalis iskemisi takip eder. Bu hastada a.spinalis anterior'daki kan dolaşımı durdu ve medulla spinalis'in ön 2/3'ündeki kanlanma kesildi. Bu durum, bilateral termoanestezi ile analjezi (funiculus lateralis'deki tractus spinothalamicus lateralis - çift taraflı) ve parapleji'nin (funiculus lateralis'deki tractus corticospinalis lateralis - çift taraflı) aniden gelişimini açıklamaktadır. Fasciculus gracilis ve fasciculus cuneatus yoluyla iletilen (seyreden) pozisyon, titreşim ve hafif dokunma duyularının korunması, aa.spinales posteriores'deki dolaşımın yeterli olduğu durumda, funiculus posterior'un bu arterler tarafından beslendiği gerçeğini açıklamaktadır.

Ek Okumalar

Angerson, W. J., Sheldon, C. D., Barbenel, J. C., Fisher, A. C., and Gaylor, J. D. S. (eds.). *Blood Flow in the Brain.* New York: Oxford University Press, 1989.

Boron, W. F., and Boulpaep, E. L. *Medical Physiology.* Philadelphia: Saunders, 2003.

Brazis, P. W., Masden, J. C., and Biller, J. *Localization in Clinical Neurology* (2nd ed.). Boston: Little, Brown, 1990.

Brust, J. C. M. Cerebral infarction. In L. P. Rowland (ed.), *Merritt's Textbook of Neurology* (10th ed., p. 232). Philadelphia: Lea & Febiger, 2000.

Del Zoppo, G. J. Stroke and neurovascular protection. *N. Engl. Med.* 354:553, 2006.

Edvinsson, L., Mackenzie, E. T., and McCulloch, J. *Cerebral Blood Flow and Metabolism.* New York: Raven Press, 1993.

Goetz, C. G. *Textbook of Clinical Neurology* (2nd ed.). Philadelphia: Saunders, 2003.

Guyton, A. C., and Hall, J. E. *Textbook of Medical Physiology* (11th ed.). Philadelphia: Elsevier Saunders, 2006.

Lees, K. R., Zivin, J. A., Ashwood, T., Davalos, A., Davis, S. M., Diener, H-C., et al. NXY-059 for acute ischemic stroke. *N. Engl. J. Med.* 354:588, 2006.

Mayer, S. A., Brun, N. C., Begtrup, K., Broderick, J., Davis, S., Diringer, M. N., et al. Recombinant activated factor VII for acute intracerebral hemorrhage. *N. Engl. J. Med.* 352:777, 2005.

Nadareishvili, and Z. Hallenbeck, J. Neuronal regeneration after stroke. *N. Engl. Med.* 348:2355, 2003.

Pulsinelli, W. A. Cerebrovascular diseases. In J. C. Bennett and F. Plum (eds.), *Cecil Textbook of Medicine* (20th ed., pp. 2057–2080). Philadelphia: Saunders, 1996.

Snell, R. S. *Clinical Anatomy by Regions* (8th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2008.

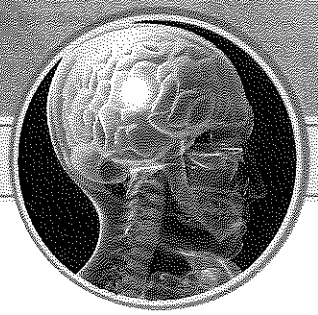
Snell, R. S. *Clinical Anatomy by Systems.* Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins, 2007.

Snell, R. S., and Wyman, A. C. *An Atlas of Normal Radiographic Anatomy.* Boston: Little, Brown, 1976.

Standring, S. (ed.). *Gray's Anatomy* (39th Br. ed.). London: Elsevier Churchill Livingstone, 2005.

Suarez, J. I., Tarr, R. W., and Selman, W. R. Aneurysmal subarachnoid hemorrhage. *N. Engl. J. Med.* 354:387, 2006.

BÖLÜM 18



Çeviri: Dr. Afitap ANIL
Dr. Mehmet YILDIRIM

SİNİR SİSTEMİNİN GELİŞİMİ

Pediatrist, zor bir doğumdan sonra dünyaya gelen bir erkek çocuğu muayene ettiğinde, columna vertebralis'in lumbosakral bölgesinde yumuşak ve fluktuasyon veren bir şişliğin olduğunu saptar. Şişliğin yaklaşık olarak 3 inç (7.5 cm) çapında, ince bir deri tabakasıyla çevrili ve translüminasyonda (ışık tutulması ile) solid bir sinir dokusu ile dolu olduğunu görür. Nörolojik muayenesini dikkatlice yaptığında çocuğun her iki bacağının normal olarak hareket ettirdiğini ve bacak derisinin ağrılı uyarılara normal yanıt verdiğini izler. Anal sfinkter tonusunun normal olduğunu gözler. Başta hidrosefali olmak üzere diğer konjenital anomaliler yönünden dikkatlice muayene ettiğinde ise anormal bir bulgu saptamaz.

Tanı meningomyelosel'dir. Bu olayda sebebi arcus vertebrae'deki gelişimsel bir yetersizliğe bağlı olarak beyin zarlarının ve sinir dokusunun dışarı doğru fıtıklaşması vardır. Bunun üzerine çocuk ameliyat edilerek medulla spinalis'in bitiş yeri ve cauda equina, canalis vertebralis'e geri getirilir ve vertebral defekt onarılır. Bu olay çocukta tekrar görülmez.

BÖLÜMÜN HEDEFLERİ

- Sinir sisteminin gelişimini gözden geçirmek.
- Sinir sisteminin farklı bölümlerinin birbirleriyle olan bağlantılarının göz önünde canlandırılmasını sağlamak
- Gri cevher kitlesi içinde yer alan farklı sinir yollarının birbirleriyle olan ilişkisini anlamak.
- Sinir sisteminin yaygın konjenital anomalilarini tekrar gözden geçirmek.

Bölüm 1 de; sinir sistemi gelişiminin erken döneminde, encephalon ve medulla spinalis'in nasıl oluştuğu konusundaki detayları okuyuculara düşündürmek (Bkz. s. 14). Bu bölümde, gelişim olgusu devam edecek ve sinir sisteminin farklı bölümlerinin gelişim sırasına göre ele alınacak. Yaygın olarak görülen bir çok konjenital anomaliler için embriyolojik tanımlamalar tartışılacak.

Medulla Spinalis

Erken gelişimde, **arka beyin, orta beyin ve ön beyin keseciklerini** oluşturmak üzere **tubulus neuralis**'in sefalik bölümünde genişlemeler görülür (Şek. 18-1a). Tübün geri kalan bölümü ise gerilip uzar ve çap olarak da daha dar ve küçük kalır; burası da medulla spinalis'e dönüşür.

Tubus neuralis'in duvarı matrix hücreleri olarak adlandırılan tek sıralı pseudostrafiye kolumnar epitel hücrelerinden oluşur (Şek. 18-1) Tüp boşluğundan dışa doğru genişleyen bu kalın epitel tabakası **zona (str.) ventricularis** olarak bilinir. Bu hücreler, çekirdeklerinin hücre siklusunun intermitotik fazında bölünmesi için hem tüp kavitesine hem de perifere doğru hareket ederler (Şek. 18-1c) Matriks hücrelerinin tekrarlanan bölünmeleri tubus neuralis'in çap ve uzunluğunun artması ile sonuçlanır. Sonunda da, bölünme yeteneği olmayan hücreler olan genç **neuroblastus**'lar oluşur. Bu hücreler **zona intermedia**'yı (str. palliale) oluşturmak üzere perifere göç ederler (Şek. 18-1). Zona intermedia daha sonra medulla spinalis'in **substantia grisea**'sını oluşturur. Nöroblastlar bu aşamada perifere doğru büyüyen sinir lifleri verirler ve zona intermedia'yı dış taraftan çevreleyen **str. marginale**'yi oluştururlar. Str. marginale'deki sinir lifleri miyelinli hale gelirler ve medulla spinalis'in **substantia alba**'sının oluşmasını sağlarlar.

Nöroblast'lar oluşurken, matriks hücreleri de, neuroglial **oligodendrosit**'leri ve **astrosit**'leri ortaya çıkarırlar. Daha sonra çevredeki mezenşimden derive olan **mikroglial hücreler**, gelişen medulla spinalis içine kan damarları boyunca göç ederler. **Ependim hücreleri**, tubus neuralis'i döşeyen matriks hücrelerinden oluşurlar.

Tubus neuralis boşluğu, kalın **yan duvarlı** ve ince **taban** ve **tavanlı** olan dorsoventral yarığın oluşmasıyla daralmış olur. Tübün dışyan duvarının **str. intermedia**'sı **lamina basalis** olarak bilinen ön kalınlaşma ile **lamina alaris** olarak bilinen küçük arka kalınlaşma oluşturur (Şek. 18-2) Lamina basalis'deki nöroblastlardan; columna anterior'daki motor hücreler, lamina alaris'deki nöroblast'lardan da columna posterior'daki duyu hücreleri gelişecektir. Motor lamina basalis ve duyu lamina alaris birbirlerinden **sulcus limitans** ile ayrılır. Taban ve tavan lamina'ları ince kalır ve hücreleri ependim hücrelerine katılır.

Lamina basalis'in orta hattın iki yanına doğru gelişmesi sonucunda, orta hat boyunca derin bir oluk **fissura mediana anterior** oluşur (Şek. 18-2) Lamina alaris'ler de aynı şekilde boyut olarak büyür ve mediale doğru genişlerler ve tubus neuralis'in lümeninin arka bölümünü komprese ederler. Daha sonra tubus neuralis'in arka bölümünün duvarları karşılıklı gelir ve **septum medianum posterius**'u oluşturmak üzere birleşir. Tubus neuralis'in lümeni **canalis centralis**'i oluşturur (Şek. 18-2).

Motor Nöronların İleri Gelişimi

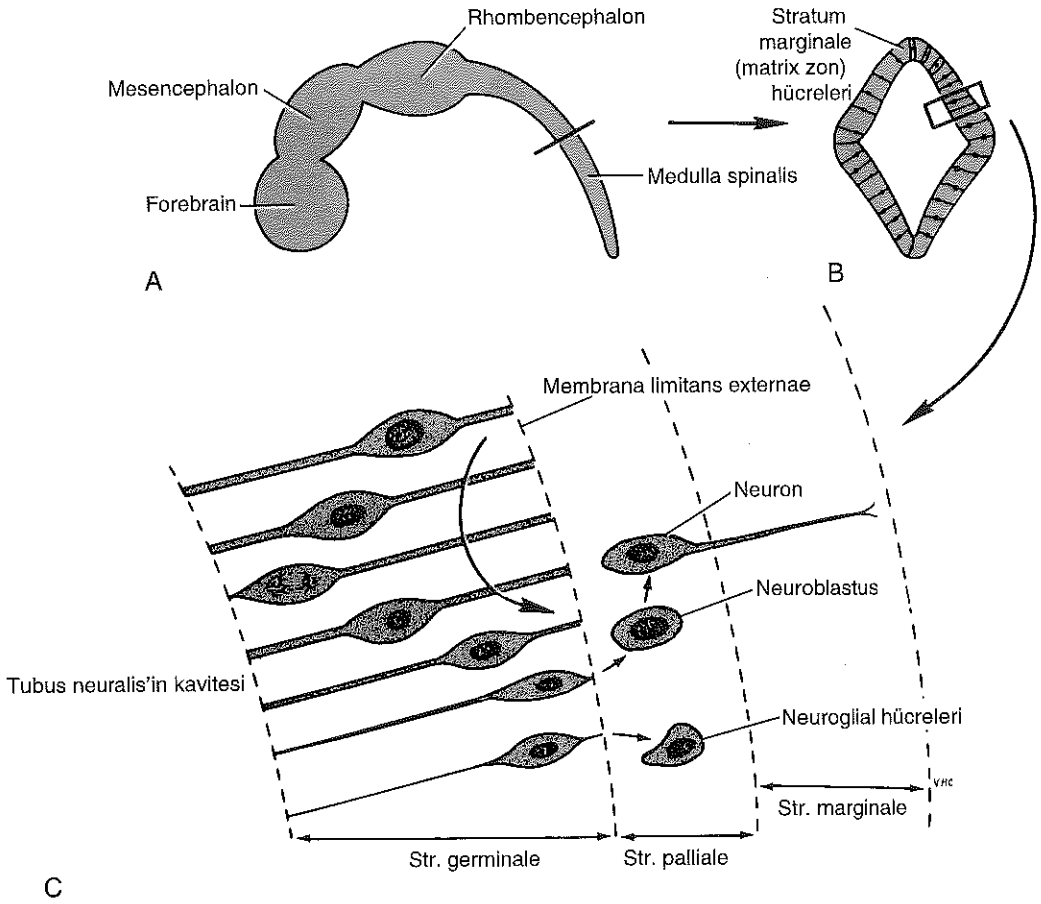
Medial grupta yer alan ve büyük multipolar hücrelerden oluşan motor nöronların aksonları medulla spinalis'in ön yüzünden çıkarlar ve vücut kaslarında dağılırlar.

Gelişmekte olan nöronlardan aksonların orjin noktalarından spesifik hedefe nasıl yönlendirildikleri son zamanlarda araştırmacıların zihinlerini meşgul etmektedir. Gelişen akson son bölümünde, yol boyunca kimyasal uyarılara yanıt veren, bir çok reseptörün oluştuğuna inanılmaktadır.

Lateral grupta yer alan nöronların aksonları ise medulla spinalis'in ön yüzünden otonomik preganglionik lifler olarak çıkarlar. Gelişmiş medulla spinalis'in 1. torakal ile 2. ya da 3. lumbal segmentleri arasında yer alan **lateral grup nöronlar sempatik çıkış merkezi** olarak bilinen columna intermedia (cornu laterale) oluşturucaklardır. Burada yer alan bütün nöronların aksonları medulla spinalis'in ön yüzünden çıkarak **spinal sinirlerin radix anterior**'larını oluşturacaklardır (Şek. 18-2).

Duyusal Yoldaki Birinci Afferent Nöronların Gelişimi

Bu yoldaki ilk nöronların hücre gövdeleri medulla spinalis'in dışındadır ve crista neuralis'ten gelişirler (Şek. 1-17 ve 18-2). Crista neuralis hücreleri, gelişen medulla spinalis'in her iki yanında posterolateral olarak göç ederler ve segmente hücre kümeleri halinde şekillenirler. Her bir kümedeki hücrelerin bazıları nöroblastlara farklanırlar. Her bir nöroblasttan bir santral ve bir de periferal olmak üzere iki uzantı gelişir. Periferal uzantılar duysal sinir liflerinin tipik aksonları olarak laterale doğru büyürler.



Şekil 18-1 **A:** Rhombencephalon, mesencephalon ve prosencephalon kesecik-lerini oluşturmak üzere nöral tübün sefalik bölümünün genişlemesi. **A** ve **B:** Medulla spinalis bölümünde nöral tüb gelişiminin enine kesiti. Nöroepitel tabaka-nın hücreleri belirginlik için geniş oranda ayrılmışlardır.

Santral uzantılar (keza aksonlar olarakta belirtilirler) geli-şen medulla spinalis'in ya arka bölümüne doğru büyüye-rek ya cornu posterius'ta sonlanırlar veya str. marginale (substantia alba) boyunca üst beyin merkezlerinden biri-sine çıkarlar. Bu santral uzantılar bütünüyle **spinal sinir-lerin radix posterior**'u olarak bilinir (Şek. 18-2). Periferal uzantı **nervus spinalis**'i oluşturmak için radix anterior'a tutunur.

Crista neuralis'deki hücrelerin bazısı bir ganglion için-deki unipolar sinir hücresi gövdesini saracak olan **kap-süler** ya da **satellit hücrelere** farklanırlar.

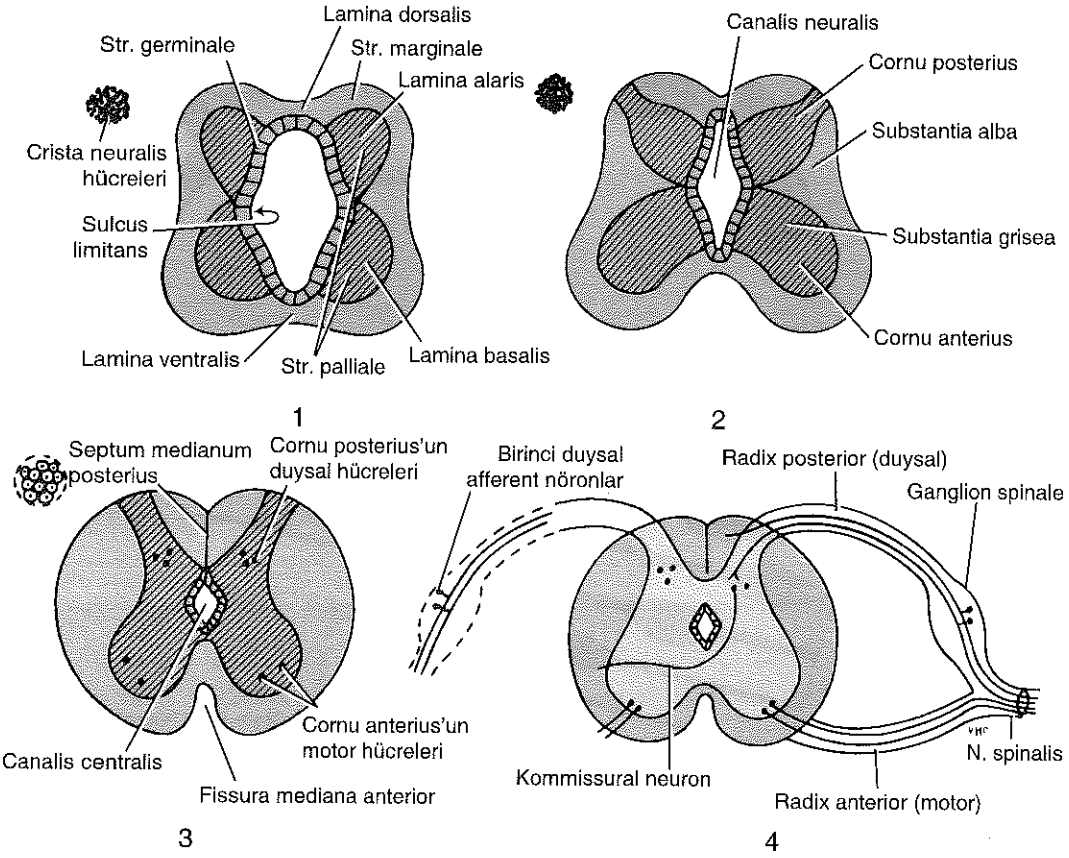
Columna Posterior'daki Duyusal Nöronların İleri Gelişimi

Lamina alaris'lere giren nöroblastların medulla spina-lis'in aynı tarafında str. marginale'ye (substantia alba) giren uzantıları gelişir. Bunlar ya üst düzeylere çıkarlar ya da daha aşağı düzeylere inerler. Diğer sinir hücreleri ise lamina ventralis aracılığı ile medulla spinalis'in aksi yönünde çeşitli uzaklıklarda ya yukarı çıkan ya da aşağı doğru inen uzantılar gönderirler.

Meninges Gelişimi ve Medulla Spinalis'in Columna Vertebralis İle Olan İlişkisi

Pia mater, arachnoidea mater ve **dura mater**, tubus neuralis'i çevreleyen mezenşim (sclerotoma)'den geli-şirler. **Spatium subarachnoideum** mezenşimde bir boş-luk olarak gelişir ve içi serebrospinal sıvı ile doldurul-muştur. **Ligamentum denticulatum** yoğunlaşmış mezenşim alanlarından gelişir.

İntrauterin yaşamın ilk iki ayında, medulla spinalis, columna vertebralis ile aynı uzunluktadır. Daha sonra, gelişen columna vertebralis medulla spinalis'den daha hızlı büyür; öyleki doğumda medulla spinalis'in cocyge-al ucu 3. lumbal vertebra düzeyindedir. Erişkinde medul-la spinalis'in alt ucu 1. lumbal vertebra gövdesinin alt kenarı düzeyindedir. Sonuç olarak columna vertebralis



Şekil 18-2 Duysal yolda birinci afferent nöronları oluşturan crista neuralis hücrelerinin de görüldüğü medulla spinalis'in gelişimindeki farklı evreleri.

ile medulla spinalis'in gelişim hızı arasındaki bu farklılık nedeniyle medulla spinalis'in 1. lumbal segmentinin altında yer alan spinal sinirlerin radix anterior ve posterior'ları canalis vertebralis içinde kendisine ait foramen intervertebrale'lerine doğru çıkışa yaklaşıncaya kadar inerler. Bundan başka pia mater, medulla spinalis'in cocygeal ucundan coccyx'e tutunur ve medulla spinalis'in alt ucunda coccyx'e doğru fibroz ince bir ip şeklinde uzanan **filum terminale**'yi oluşturur. Oblik olarak yol alan spinal sinirlerin radix anterior, radix posterior 'ları ve filum terminale canalis vertebralis'in alt bölümünü doldururlar; bu yapılar topluca **cauda equina** olarak adlandırılır.

Cauda equina'nın aşağıda 2. sakral vertebra düzeyine kadar spatium subarachnoideum içinde olduğu bilinmelidir. Bu bölgede medulla spinalis'in alt ucunun aşağısında **lumbal ponksiyon** ile serebrospinal sıvı elde edilebilir (Bkz. s. 23).

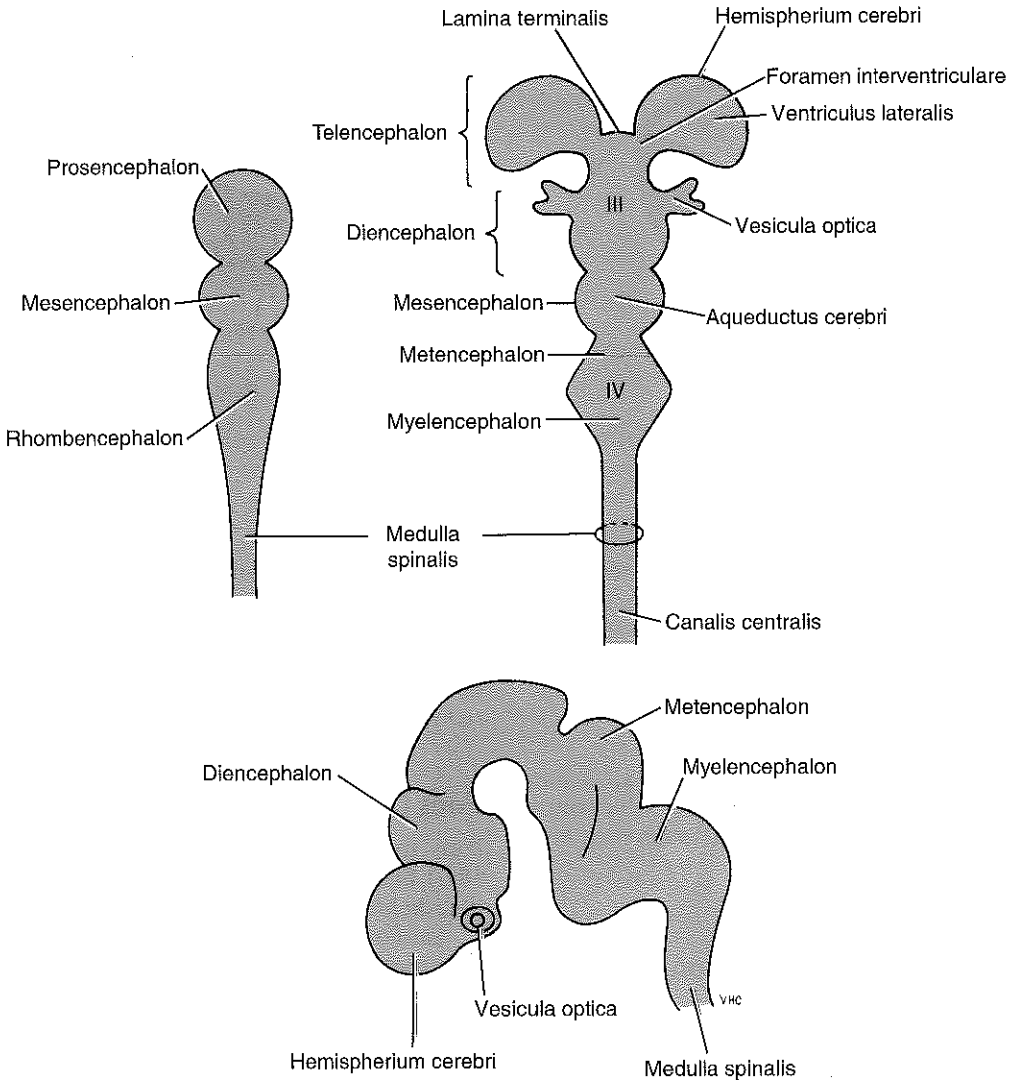
4. ayda ekstremite tomurcuklarının gelişimi sonucu ve buna duysal ve motor nöronlarında eklenmesi ile medulla spinalis, servikal ve lumbal bölgelerinde, **servikal** ve **lumbal genişlemeleri** yapmak üzere kalınlaşır.

ENCEPHALON

Tubus neuralis kapandıktan sonra, **üç ilkel beyin vezikülü** (vesiculae encephalicae) olan **ön beyin**, **orta beyin** ve **arka beyin** veziküllerinin gelişimi tamamlanır (Şek. 18-3). Ön beyin vezikülü ön beyini (**prosencephalon**), orta beyin vezikülü orta beyini (**mesencephalon**) ve arka beyin vezikülü arka beyini (**rhombencephalon**) oluşturur.

5. haftada ön beyin ve arka beyin vezikülleri ikincil veziküllere bölünürler (Şek. 18-3). Ön beyin vezikülü, (1) **telencephalon** ve onun ilkel serebral hemisferlerini (2) **diencephalon** ve ondan gelişen vesicula optica'yı oluşturur. Arka beyin vezikülleri (1) **metencephalon** geleceğin pons ve cerebellum'unu ve (2) **myelencephalon** yada medulla oblongata'yı oluşturur (Tablo 18-1).

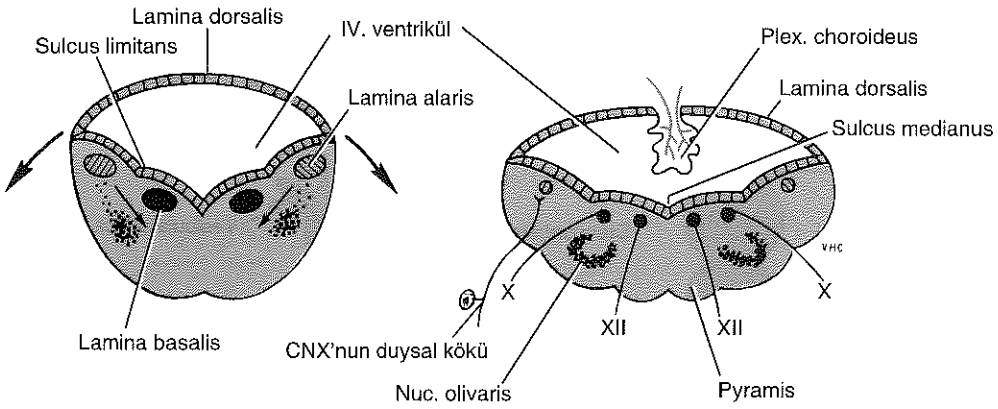
Böylece şimdi ventriküler sistemin temel yolu kurulmuştur. Her bir hemispherium cerebri'deki kavite (boşluk) **ventriculus lateralis** olarak bilinir. Diencephalon'da yer alan kavite ise **ventriculus tertius** olarak bilinir. Gelişimin devam etmesi ile orta beyin vezikülü kavitesi küçülerek **aqueductus cerebri (Sylvius kanalı)**'yi oluş-



Şekil 18-3 Ön beyin vezikülünün alt bölümleri telencephalon ve diencephalon, arka beyin vezikülünün alt-bölümleri metencephalon ve myelencephalon kesecikleridir. Ayrıca serebral hemisferlerin herbir tarafta telencephalon'dan bir divertikül olarak geliştiği görülüyor.

Tablo 18-1 Gelişen Beynin İlk Bölümleri

Temel Vezikül	Temel Bölüm	Alt Bölüm	Gelişmiş Yapılar
Ön beyin vezikülü	Prosencephalon (Ön beyin)	Telencephalon	Hemispherium cerebri, nuclei basales, hippocampus
		Diencephalon	Thalamus, hypothalamus, corpus pineale, infundibulum
Orta beyin vezikülü	Mesencephalon (Orta beyin)	Mesencephalon (Orta beyin)	Tectum, tegmentum, crus cerebri
Arka beyin vezikülü	Rhombencephalon (Arka beyin)	Metencephalon	Pons, cerebellum
		Myelencephalon	Medulla oblongata



Şekil 18-4 Medulla oblongata'nın (myelencephalon) gelişimi.

turur. Tüm arka beyin veziküllerinin kavitesi **ventriculus quartus**'u oluşturur; bu medulla spinalis'in canalis centralis'i ile devam eder. Ventriculus lateralis'ler ventriculus tertius ile **foramen interventriculare** (**Monro deliği**) aracılığıyla birleşir. Ventriküler sistem ve medulla spinalis'in canalis centralis'i ependim ile döşelidir ve serebrospinal sıvı ile doludur.

Gelişimin erken dönemlerinde embriyon yassı bir disk şeklindedir ve tubus neuralis düzdür. Daha sonra baş ve kuyruk kıvrımı geliştikçe tubus neuralis hafif kıvrılmaya başlar.

Medulla Oblangata (Myelencephalon)

Arka beyin vezikülünün duvarları başlangıçta, tubus neuralis'de tipik olarak gözlenen, birbirinden **sulcus limitans** ile ayrılan önde **lamina basalis**, arkada **lamina alaris** kalınlaşmalarını gösterir (Şek. 18-4). Gelişim ilerledikçe yan duvarları 4. ventrikülün genişlemesi ile üst seviyelerde dışyana doğru (açılan bir clamshell gibi) hareket eder. Sonuç olarak, lamina alaris'ler, lamina basalis'lerin dış yanında yer alırlar. Lamina basalis'in nöronları, sulcus limitans'ın iç yanında 4. ventrikülün tabanında, IX., X., XI., XII. kranial sinirlerin motor nöronlarını oluştururlar. Lamina alaris'deki nöronlar ise V., VIII., IX. ve X. kranial sinirlerin duyu çekirdeklerini, **nucleus cuneatus** ve **nucleus gracilis**'i oluştururlar. Lamina alaris'in diğer hücreleri ventrolateral (ön dış yan) olarak göç eder ve **nuc. olivaris**'leri oluşturur.

Tavan plağı (lamina dorsalis) ince bir ependimal doku halinde uzanır. Tavan plağının dış yüzü ile bağlantısı olan vasküler mezenşim pia mater'i ve bu iki tabaka da birlikte **tela choroidea**'yi oluştururlar. Tela choroidea'nın vasküler kümeleri 4. ventrikül boşluğuna doğru sarkar ve **plexus choroideus**'u oluşturur (Şek. 18-4) 4. ve 5. aylar arasında, tavan plakta lokal rezorpsiyonların olmasıyla her iki tarafta apertura lateralis (**Luschka deliği**) ve ortada apertura mediana (**Magendi deliği**) oluşur. Bu önemli delikler beyin ventriküllerinde yer alan serebrospinal sıvının spatium subarachnoideum'a geçmesine olanak verirler (Bkz. s. 453).

Taban plak (lamina ventralis) dar kalır ve sulcus medianus bölgesini oluşturur. Medulla oblongata'nın ön yüzeyi üzerinde marginal tabakada (dış tarafta), cortex cerebri'nin (gyrus precentralis) motor alanındaki nöronların aşağı inen aksonları, pyramis adı verilen bir kabarıklığı oluştururlar.

Pons (Metencephalon'un Ön Bölümü)

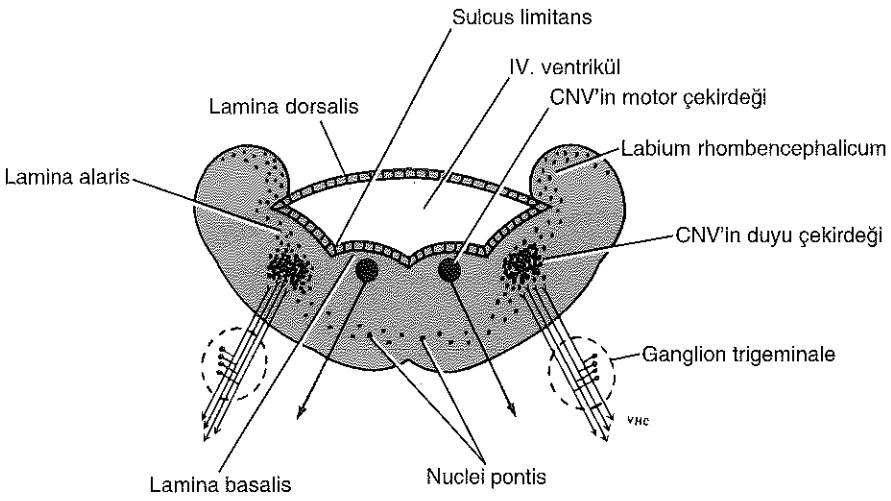
Pons metencephalon'un ön bölümünden gelişir, (Şek. 18-5) fakat ayrıca myelencephalon'un lamina alaris'inden de hücresel bir katılım alır.

Lamina basalis'in nöronları, V. VI. ve VII. kranial sinirlerin motor çekirdeklerini oluştururlar. Her bir lamina alaris'in ventromedial parçasındaki nöronlar, V. kranial sinirin asıl duyu çekirdeğini, VII. kranial sinirin duyu çekirdeğini ve VIII. kranial sinirin koklear ve vestibular çekirdeklerini (nuclei cochleares et vestibulares) ve aynı zamanda **nuclei pontis** oluştururlar. Nuclei pontis'in aksonları gelişen karşı taraf cerebellum'una girmek için transvers olarak büyürler; böylece **pedunculus cerebellaris medius** ve **fibrae pontis transversae** liflerini oluşturur.

Cerebellum (Metencephalon'un Arka Bölümü)

Cerebellum, metencephalon'un lamina alaris'lerinin arka bölümünden gelişir. Her iki yanda lamina alaris'ler iç yana doğru bükülerek **rombik dudakları** (labium rhombencephalicum) oluştururlar (Şek. 18-6). Bu dudaklar büyüdükçe 4. ventrikülün tavan plağı üzerinde kaudale doğru uzanırlar ve cerebellum'u oluşturmak üzere orta hatta birbiri ile birleşirler (Şek. 18-6, 18-7) 12. haftada küçük bir orta hat bölümü olan **vermis** ile iki dışyan bölümü olan **hemispherium cerebelli**'ler tanınabilir. Yaklaşık 4. ayın sonlarında cerebellum'un yüzeyinde fissura'lar oluşur ve yetişkin cerebellum'un karakteristik folia'sı kademeli olarak gelişir.

Str. ventricularis'deki matrix hücrelerinden gelişen nöroblastlar, cerebellum'un yüzeyine doğru göç ederler ve sonunda **cortex cerebelli**'yi yapacak olan nöronları oluştururlar. Diğer nöroblastlar, ventriküler yüzeye yakın

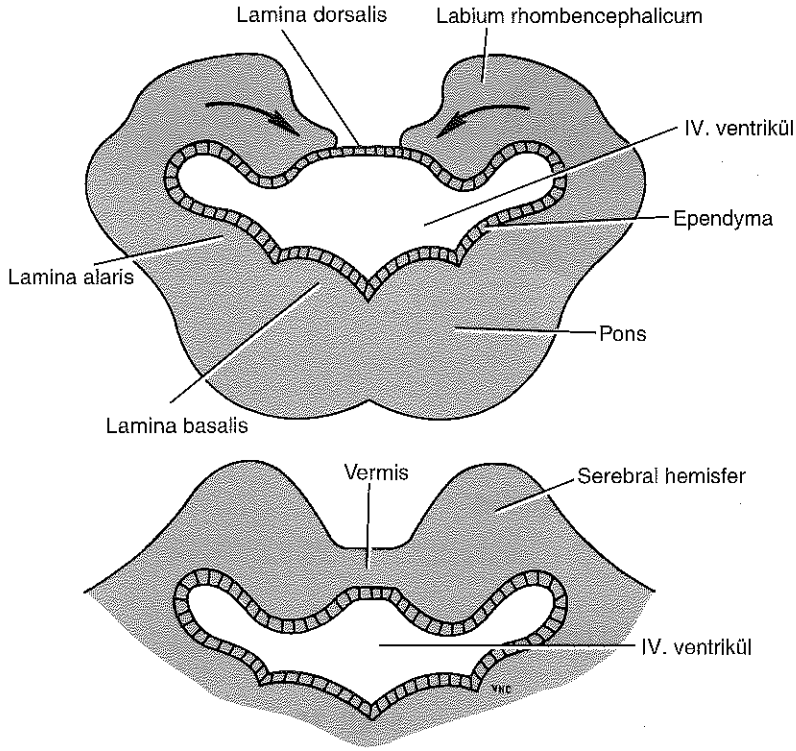


Şekil 18-5 Metencephalon'un ön bölümünden pons'un gelişimi.

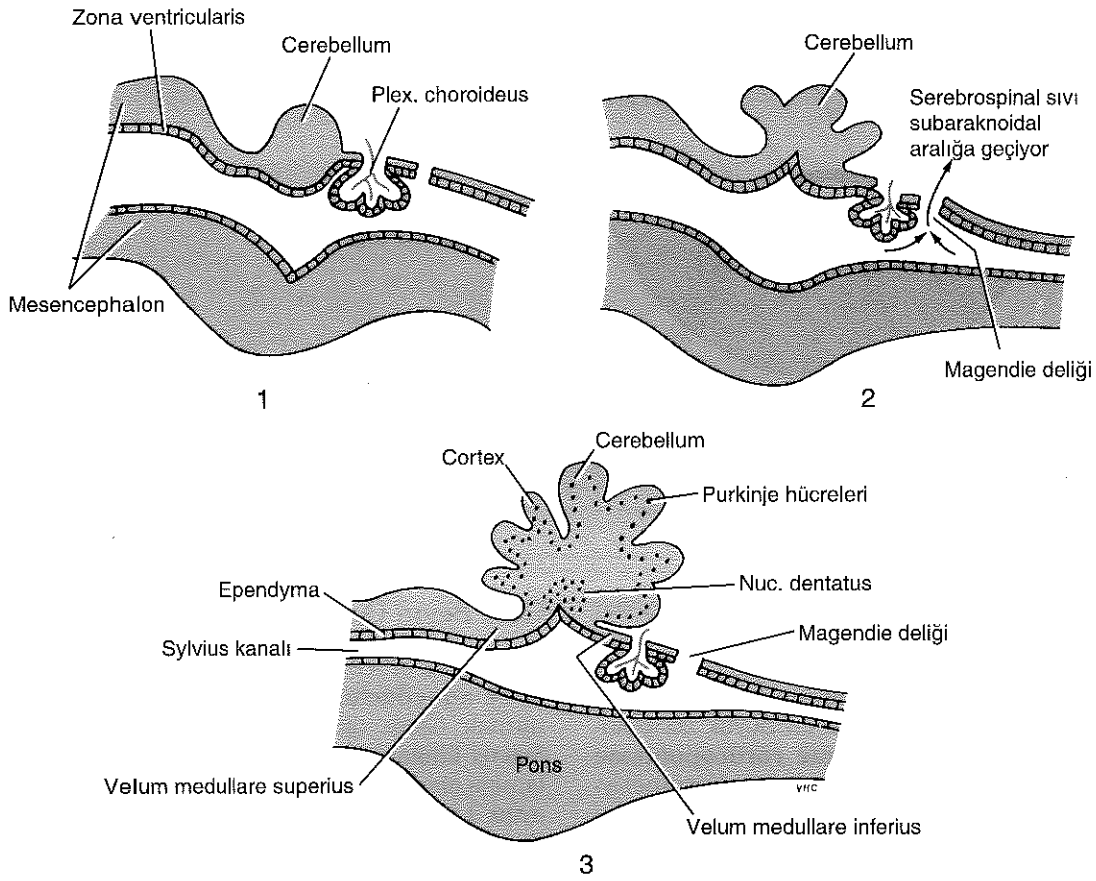
olarak durarak nuc. **dentatus** ve diğer derin serebellar çekirdeklere farklanırlar. İleri gelişimde, bu çekirdekleri oluşturan nöronların aksonları mesencephalon'un (orta beyin) içine doğru büyür ve ön beyine ulaşır; bu lifler **pedunculus cerebellaris superior**'un büyük bir bölümünü oluştururlar. Daha sonra **fibrae corticopontinae** ve **fibrae pontocerebellares**'in aksonlarının büyümesiyle cortex cerebri ile cerebellum arasında bağlantı sağlanır ve böylece **pedunculus cerebellaris medius** oluşturulur. **Pedunculus cerebellaris inferior,** nuclei vestibulares, nuclei olivares ve medulla spinalis'deki duysal aksonların büyük ölçüde gelişmesiyle oluşur.

Orta Beyin (Mesencephalon)

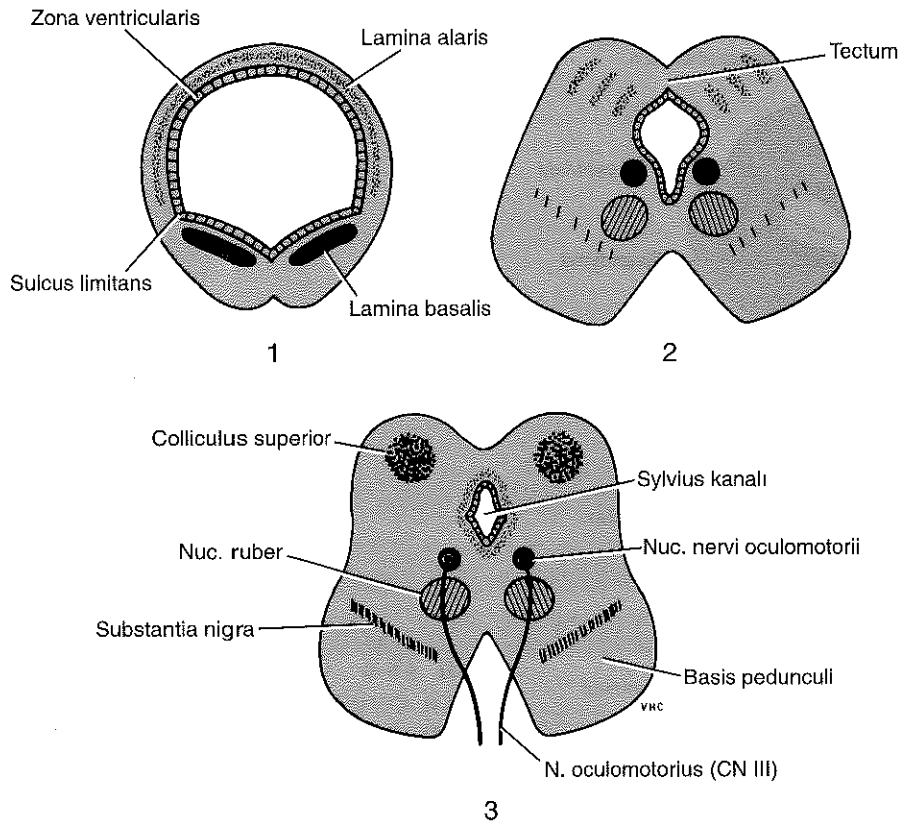
Orta beyin, orta beyin vezikülünden gelişir. Bunun lümeni ise **aqueductus cerebri** yada **Sylvius kanalını** oluşturmak üzere oldukça daralma gösterir (Şek. 18-8). Sulcus limitans, gelişen medulla spinalis'te olduğu gibi lamina alaris ve lamina basalis'i her iki yanda birbirinden ayırır. Lamina basalis'teki nöroblastlar, **üçüncü** ve **dördüncü kranial sinirlerin** çekirdekleri ve muhtemelen **nuc. ruber**, **substantia nigra** ve **formatio reticularis**'i oluşturan nöronlara farklanırlar. Her bir lamina basalis'in **str. marginalis**'i genişler. Böylece cortex cerebri'den



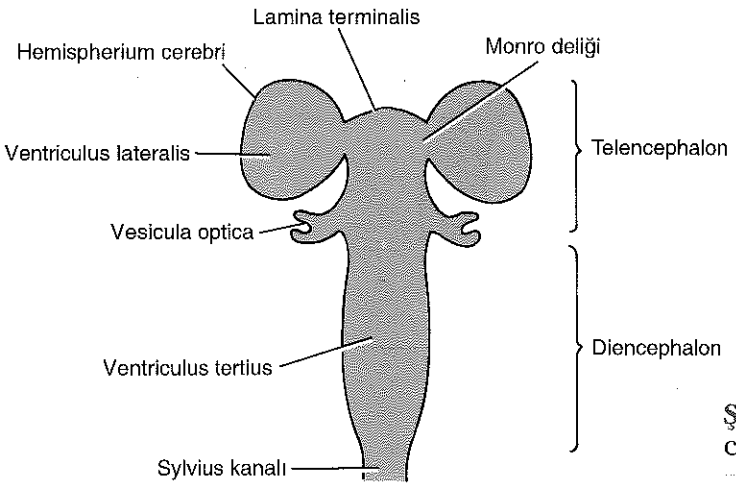
Şekil 18-6 Cerebellum'un gelişimi. Ayrıca cerebellum'u oluşturmak için labum rhombencephalicum'ların orta hatta kaynaşmaları görülüyor.



Şekil 18-7 Gelişen cerebellum'un sagittal kesitleri.



Şekil 18-8 Mesencephalon'un gelişimindeki evreler.



Şekil 18-9 Prosencephalon vezikülünün telencephalon ve diencephalon'a bölünmesi.

başlayan, pons'un ve medulla spinalis'in daha alt merkezlerine inen **tractus corticopontinus, tractus corticobulbaris** ve **tractus corticospinalis** gibi sinir lifleri tarafından **basis pedunculi cerebri** oluşturulur.

İki lamina alaris ve lamina dorsalis tectum'u oluşturur. Lamina alaris'deki nöroblastlar, **colliculus superior** ve **colliculus inferior**'daki duyu nöronlarına farklanırlar (Şek.18-8). Bu dört colliculus'u temsil eden dört kabarıklık orta beyinin arka yüzünden görülür. Colliculus superior görme refleksleriyle, colliculus inferior ise işitme refleksleriyle ilgili merkezlerdir.

İleri gelişimde dördüncü kranial sinirin lifleri, orta beyinin arka yüzünde, velum medullare superius'da tamamen çapraz yaparak çıkarlar. Üçüncü kranial sinirin lifleri ise pedunculus cerebri'ler arasında ve orta beyinin ön yüzünden çıkarlar.

Ön Beyin (Prosencephalon)

Ön beyin, ön beyin vezikülünden gelişir. Tavan ve taban plakları ince kalır. Oysa yan duvarlar, gelişen medulla spinalis'te olduğu gibi kalınlaşır. Gelişimin erken döneminde ön beyinin her iki yanında **vesicula optica** adı verilen bir yan divertikül belirir. Ön beyinin, vesicula optica'nın rostral bölümünde yer alan parçası telencephalon ve geri kalan parçası ise diencephalon'dur (Şek. 18-9). Vesicula optica ve sap kısmından daha sonra retina ve n. opticus oluşur.

Telencephalon hemispherium cerebri'nin her iki yanında birer yan divertikül oluşturur; bunların boşluğu da **ventriculus lateralis** olarak bilinir. Ventriculus tertius'un ön bölümü bu nedenle telencephalon'un iç yan bölümünü oluşturur ve bu da tubus neuralis'in rostral ucuna uyan **lamina terminalis** ile sonlanır. Ventriculus tertius ile her bir ventricularis lateralis arasındaki bağlantı gelecekte **foramen interventriculare** ile sağlanır.

Diencephalon'un Oluşumu

Diencephalon boşluğu ventriculus tertius'un büyük bir bölümünü oluşturur (Şek. 18-9). Boşluğun tavanında orta beyinin hemen önünde daha sonra corpus pineale'nin gelişeceği küçük bir divertikül belirir. Tavanın geri kalan bölümünden **plexus choroideus** ventriculi tertii oluşur (Şek .18-10). Ventriculus tertius'un yan duvarında her iki tarafta lamina alaris kalınlaşarak thalamus'u oluşturur. **Thalamus**'un arkasında corpus geniculatum **mediale** ve **corpus geniculatum laterale** solid tomurcuklar halinde gelişirler. İki thalamus'un devam eden büyümeleri sonucu ventriküler boşluk daralır ve bazı kişilerde iki thalamus orta hatta, üçüncü ventrikül içinden geçen ve gri maddeden yapılı **adhesio interthalamica**'yı oluşturmak için karşılaşıp kaynaşabilirler (Şek. 18-11).

Lamina alaris'in alt kısmı her iki yanda, çok sayıda **hipotalamik çekirdeklere** farklanırlar. Bunlardan biri hypothalamus'un ön yüzünde belirgin hale gelir. Bu orta hattın iki yanında **corpus mammillare** adı verilen yuvarlak birer şişlik oluşturur.

Infundibulum, diencephalon'un tabanında bir divertikül olarak belirir; bundan **hipofiz bezinin sapı ve pars nervosa** bölümü orijin alır.

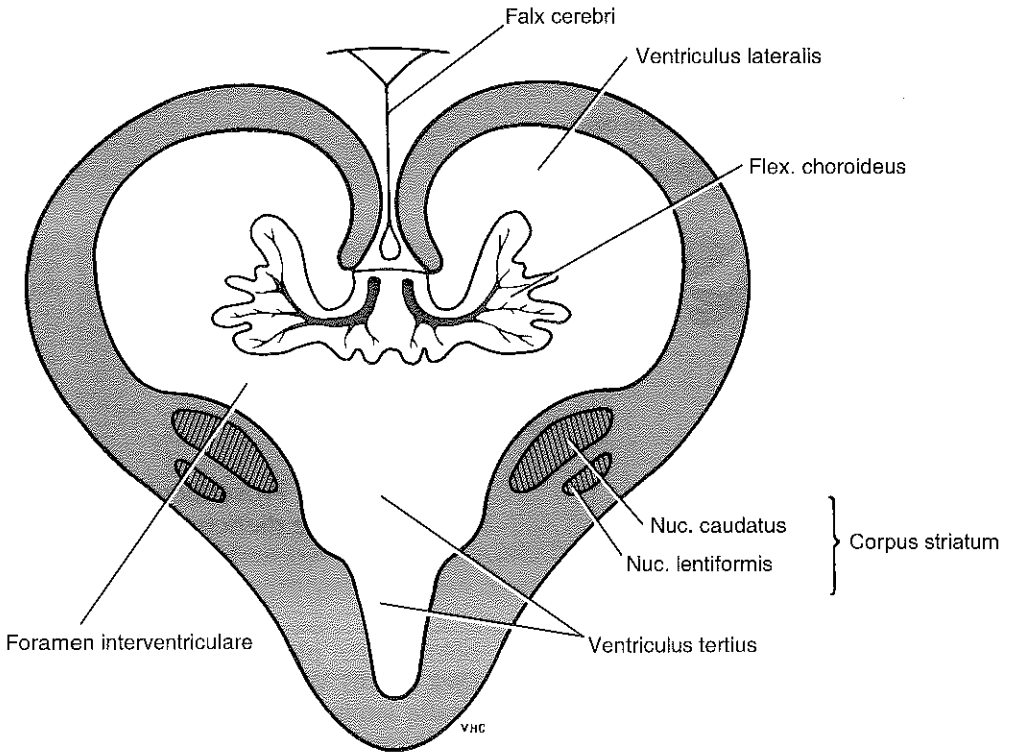
Telencephalon'un Oluşumu

Telencephalon, ventriculus tertius'un lamina terminalis ile kaplı ön ucunda her iki yönde oluşan divertiküllerden hemispherium cerebri'yi oluşturur.

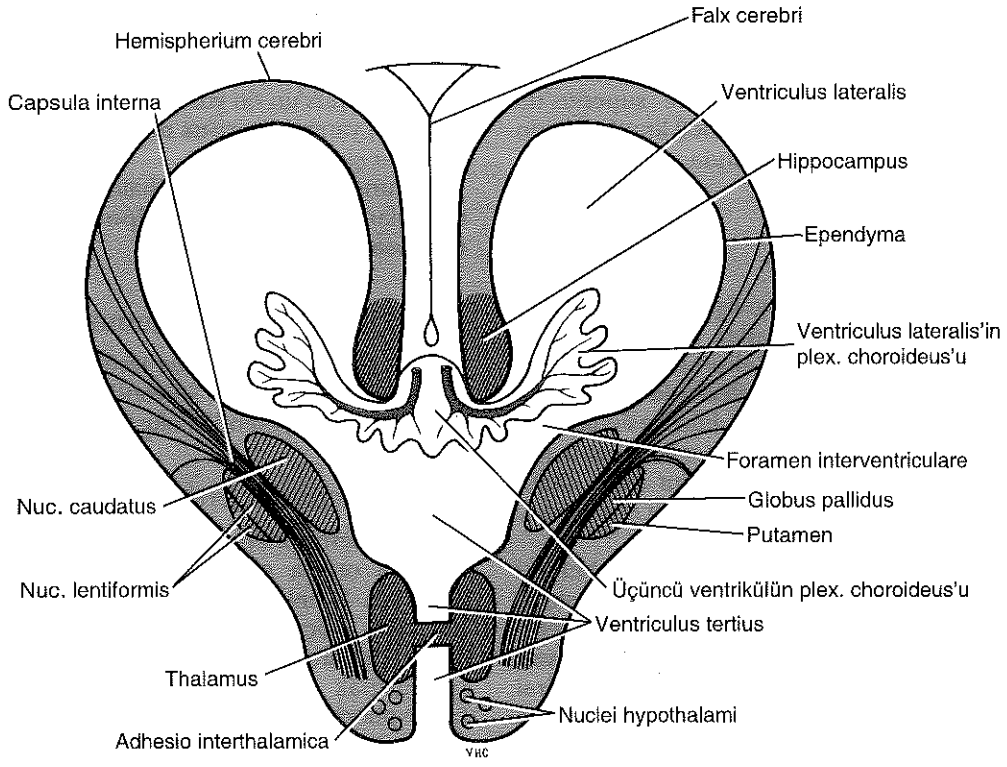
Hemispherium Cerebri

Her bir hemispherium cerebri gelişimin 5. haftasının başında ortaya çıkar. Üst tarafa doğru genişledikçe duvarları kalınlaşırken, foramen interventriculare'nin boyutları küçülür (Şek. 18-9-18-11). Hemispherium cerebri'ler arasındaki mezenşim dokusu **falx cerebri**'yi oluşturmak üzere yoğunlaşır. Gelişim ilerledikçe hemispherium cerebri büyür ve hızla genişler; önce ön tarafa doğru **lobus frontalis**'i daha sonra dış yana ve yukarı doğru **lobus parietalis**'i ve son olarakta arkaya ve alta doğru lobus **occipitalis** ve **lobus temporalis**'i oluşturmak üzere genişleme gösterir. Bu büyük genişlemelerin sonucu olarak hemispherium cerebri'ler orta beyin ve arka beyini kaplarlar (Şek. 18-12).

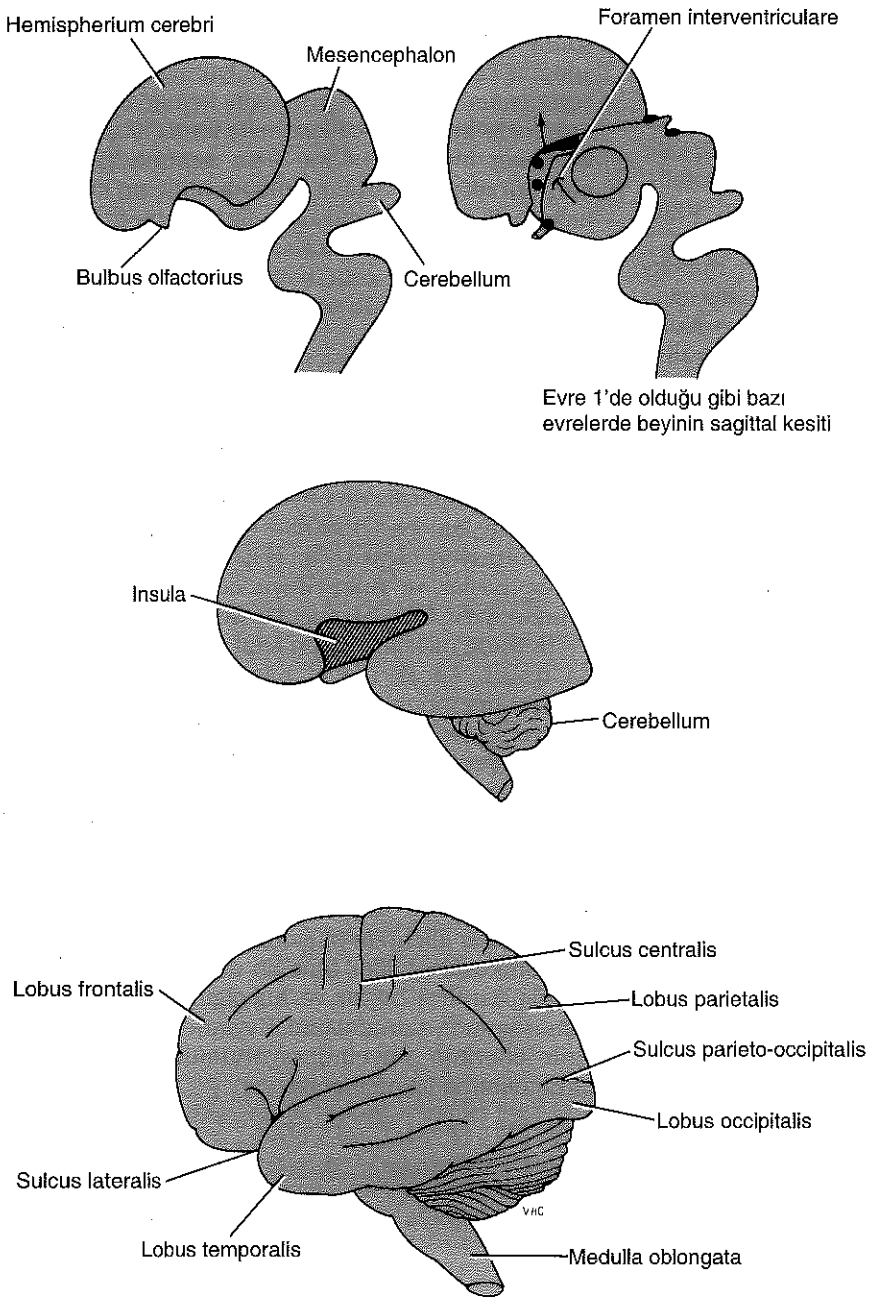
Hemispherium cerebri'nin içyan duvarı ince kalır ve ependimal hücreler tarafından oluşturulan bu alana **plexus choroideus ventriculi lateralis'i** oluşturmak üzere



Şekil 18-10 Lateral ventriküller ve üçüncü ventrikülde plex. choroideus'un gelişiminin görüldüğü serebral hemisferlerin koronal kesitinin şematik görünümü.



Şekil 18-11 Üçüncü ve lateral ventriküllerde plex. choroideus'un görüldüğü serebral hemisferlerin koronal kesitinin şematik görünümü. Ayrıca nuc. caudatus, nuc. lentiformis ve thalamus'lar görünüyor. İnen ve çıkan yollar capsula interna'yı yapmak üzere gri madde kitleleri arasında görülmektedir.



Şekil 18-12 Cortex cerebri'nin gelişiminde farklı evreler.

vasküler mesoderm invagine olur (Şek. 18-11). Hemispherium cerebri'nin lobus occipitalis'i ile cerebellum, aralarında yer alan mezenşimin yoğunlaşmasıyla oluşan **tentorium cerebelli** ile birbirlerinden ayrılırlar.

Bu esnada ön beyin veziküllerinin tabanını döşeyen matriks hücreleri farklanarak çok sayıda nöroblast oluştururlar. Bu nöroblastlar toplu olarak ventriculus lateralis'in boşluğunda farkedilen **corpus striatum** olarak bilinen çıkıntıları oluştururlar (Şek. 18-10). Daha sonra farklanan bu iki kısımdan; (1) dorsomedial **nucleus caudatus**, (2) ventromedial olarak da **nucleus lentiformis** oluşur. Daha sonra oluşan alt bölünmeyle dışyan parçadan **putamen** iç isyan parçadan ise **globus pallidus** gelişir (Şek. 18-11). Her hemispherium cerebri genişledikçe iç yan yüzleri diencephalon'un dış yan yüzeyine yaklaşır; öyleki nuc. caudatus ile thalamus yakın temasa geçer.

Diğer bir yandan ön beyin vezikülünün duvarında uzunlamasına kalınlaşmalar ortaya çıkar. Bu kalınlaşmalar, ventriculus lateralis'e doğru çıkıntılar yapar ve **hippocampus**'u oluşturur (Şek. 18-11).

Substantia grisea'nın bu çeşitli kitleleri her bir hemispherium cerebri içinde gelişirken, sinir sisteminin değişik bölümlerinde olgunlaşan nöronlar farklanan cortex cerebri'ye veya cortex cerebri'den başlayan aksonlar gönderirler. Bu aksonlar büyük **çıkan** ve **inen yolları** oluştururlar. Bu aksonlar geliştikçe, thalamus ve nuc. caudatus'un dış yanından, nuc. lentiformis'in ise iç yanından geçerler. İnen ve çıkan aksonların oluşturduğu sıkı demet **capsula interna**'yı oluşturur (Şek. 18-11). **Capsula externa**, nuc. lentiformis'in dış yanından geçen bir kaç kortikal projeksiyonlu liflerden oluşur.

Cortex Cerebri

Herbir hemispherium cerebri, hızla genişledikçe dış yüzeyinde **fissura** yada sulcus'lar tarafından ayrılmış olan **gyrus**'lar görülür hale gelir. Nuc. lentiformis'i çevreleyen korteks, insula adı verilen fikse bir alan olarak kalır (Şek. 18-12). Bu bölge daha sonra lobus temporalis, lobus parietalis ve lobus frontalis'in büyümeleri sonucunda **sulcus lateralis** içinde gömülü olarak bulunur.

Hemispherium cerebri boşluğunu döşeyen matriks hücreleri çok sayıda nöroblastları ve str. marginalis içine göç eden **neuroglial** hücreleri oluşturur. Geriye kalan nöroepitelial matriks hücreleri ventriculus lateralis'i döşeyen **ependim** hücrelerini oluştururlar. 12. haftada, cortex cerebri çok sayıda nöroblast'ların göç etmesi nedeniyle çok hücreli hale gelir. Doğumda nöroblastlar farklanmaya başlar; ayrıca gelen ve giden lifler nedeniyle korteks tabakalı bir görünüm kazanır. Korteksin değişik alanlarında kısa süre içinde özel hücre tipleri görülür; böylece motor korteks çok miktarda **piramidal** hücrelerden, duysal korteks alanları ise esas olarak granüler hücrelerden oluşurlar.

Birleşekler (Commissurae)

Tubus neuralis'in sefalik ucu olan lamina terminalis iki hemispherium cerebri arasında bir köprü oluşturur ve sinir liflerinin bir hemispherium cerebri'den diğerine geçmesine olanak sağlarlar (Şek. 18-9).

Lamina terminalis içinde gelişen ilk birleşek **commissura anterior**'dur. Bu lamina terminalis içinden geçer ve bir tarafın lobus temporalis'ini ve bulbus olfactorius'unu karşı hemisferin aynı yapılarıyla birbirine bağlar.

Fornix, gelişen ikinci birleşektir ve her bir hemisferdeki hippocampus korteksi'ni birbirine bağlar.

Corpus callosum, oldukça büyük ve çok önemli komissura haline gelen ve üçüncü gelişen birleşektir. Bunun ilk lifleri her iki tarafın lobus frontalis'ini ve daha sonra lobus parietalis'i bağlar. Lif sayılarının artması sonucu corpus callosum'un büyümesiyle geriye doğru ventriculus tertius'un tavanında kemer oluşur. Lamina terminalis'in corpus callosum ile fornix arasında yer alan kalıntıları ince bir bölme olan **septum pellucidum**'u oluşturmak üzere uzanır. **Chisma opticum** lamina terminalis'in alt kısmında oluşur; retina'nın medial yarımındaki lifleri içerir. Bunlar karşı tarafın tractus opticus'una bağlanmak üzere orta hattı geçerek böylece **corpus geniculatum laterale** ve **colliculus superior**'a uzanırlar.

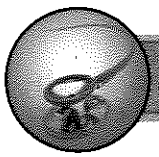
Merkezi Sinir Sisteminin Miyelinizasyonu

Merkezi sinir sisteminde miyelin kılıfı neuroglia hücre olan oligodentrositler tarafından oluşturulur ve korunur (Bkz. s. 71).

Medulla spinalis'de miyelinizasyon önce servikal bölgede başlar ve buradan kaudale doğru uzanır. Miyelinizasyon olgusu yaklaşık 4. ayda medulla spinalis içinde başlar ve önce duyu lifleri miyelinlenir. Daha sonra miyelin kılıfı kazananlar ise inen motor lifleridir.

Beyinde miyelinizasyon fetal yaşamın yaklaşık 6.ayında başlar. Ancak nuclei basales'in lifleri ile sınırlıdır. Daha sonra medulla spinalis'ten yukarı geçen duyu lifleri miyelinlenir. Fakat olay yavaştır, öyle ki doğumda beyin hala çoğunlukla miyelinsizdir. Yeni doğanda çok az serebral fonksiyon vardır; solunum, emme ve yutma gibi motor reaksiyonlar temel reflekslerdir. Doğumdan sonra kortikobulbar, kortikopsinal ve kortikoserebellar lifler miyelinleşmeye başlarlar. Bu miyelinizasyon olgusu gelişi güzel değildir; sistematik olarak değişik zamanlarda değişik sinir liflerinde oluşurlar.

Kortikospinal lifler örneğin doğumdan sonra 6. ayda miyelinleşmeye başlar ve bu olgu büyük ölçüde ikinci yılın sonunda tamamlanır. Beyinde ve omurilikte bazı sinir liflerinin miyelinizasyonunun puberteye kadar tamamlanmadığına inanılır.



KLİNİK BİLGİLER

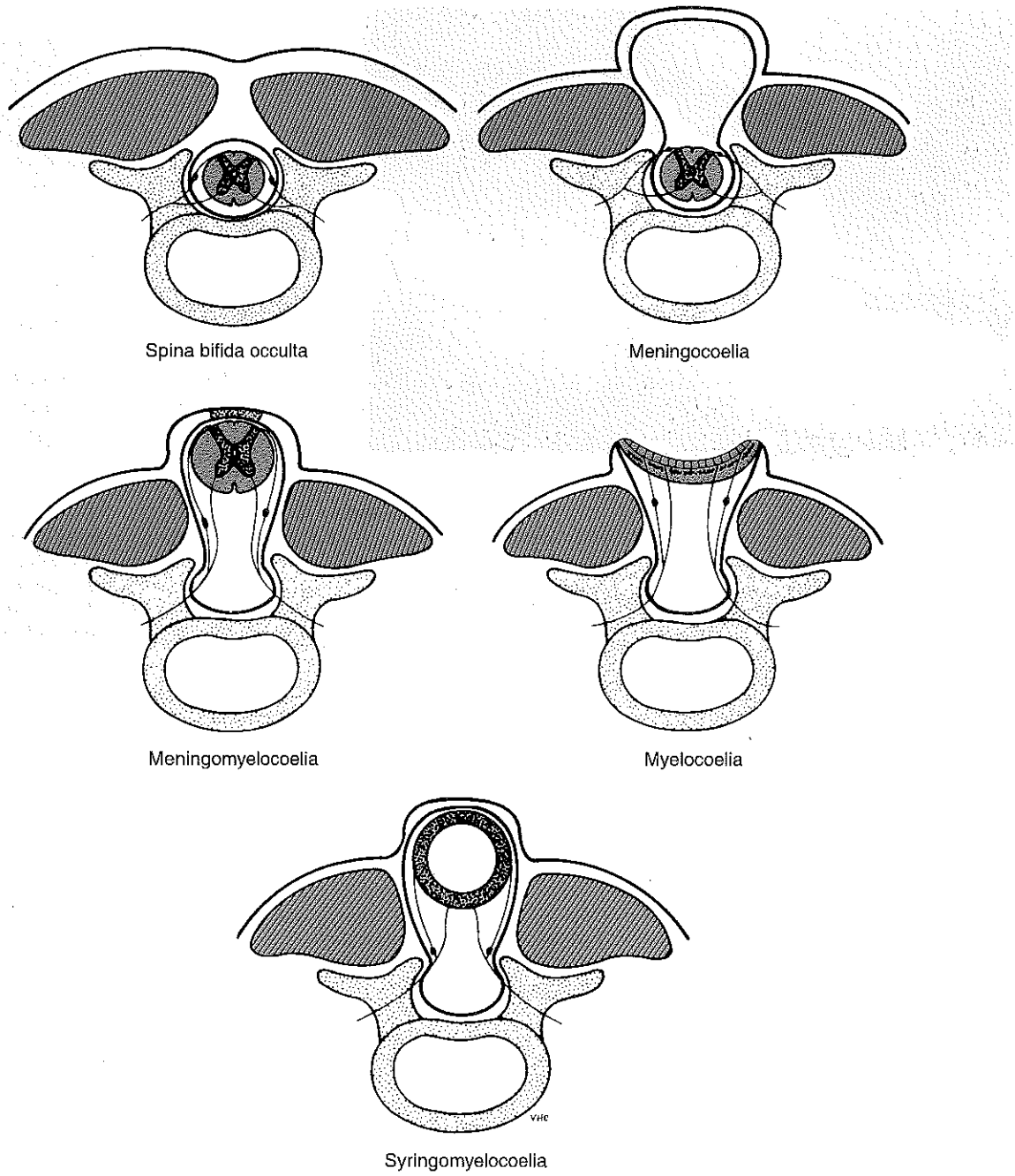
Kongenital Anomaliler

Sinir sisteminin herhangi bir bölümünde kısmi gelişim defektleri görülebilir ve bunlar çok geniş klinik belirtiler ve semptomlar gösterirler. Burada merkezi sinir sisteminin sadece çok yaygın olan defektleri tartışılacaktır. Spina bifida, hydrocephalus ve anencephalia her biri yaklaşık 1000:6 doğumda görüldüğünden en yaygın konjenital anomalilerdendir.

Spina Bifida

Spina bifida da, bir yada daha fazla komşu vertebranın processus spinosus'u ve arcus vertebrae'si gelişmez. Bu durum çok yaygın olarak alt torakal, lumbal ve sakral bölgelerde olur. Bu defektin altında meninksler ve medulla spinalis değişen derecelerde katılmış olabilirler veya olmayabilirler. Bu durum embriyonik mezenşimin gelişmemesinin bir sonucudur. Embriyonik mezenşim tubus neuralis ile yüzey ektodermi arasında gelişerek etkilenmiş bölgede arcus vertebrae'yi oluşturur. Spina bifida tipleri aşağıda gösterildiği şeklindedir:

1. **Spina bifida occulta:** Genelde lumbal bölgede, bir ya da daha fazla vertebra'nın processus spinosus'u ve arcus vertebrae'si yoktur ve canalis vertebralis'in arka tarafı açıktır (Şek. 18-13). Medulla spinalis ve sinir kökleri genellikle normaldir. Defekt bölgesi vertebranın arka bölümünde yer alan kaslar ve deri ile tamamen örtüldüğünden dış yüzden görülmez. Defekt bölgesi üzerinde küçük kıl kümesi veya yağ tümörü görülebilir. Çoğu olgular semptom vermezler; ancak şans eseri columna vertebralis radyografilerinde görülebilirler.
2. **Meningosel:** Meninksler arcus vertebrae'lardaki defektlerden çıkarlar; deri altında kistik bir kese oluştururlar ve spatium subarochnoideum ile bağlantısı olan serebrospinal sıvı içerirler (Şek. 18-13 ve 18-14). Medulla spinalis ve spinal sinirler genelde normaldir.
3. **Meningomyelosel:** Normal medulla spinalis ya da cauda equina arcus vertebrae defektine doğru uzanarak meningeal kese içine yerleşir (18-13). Medulla spinalis veya spinal sinir kökleri kesenin iç duvarına yapışırlar.



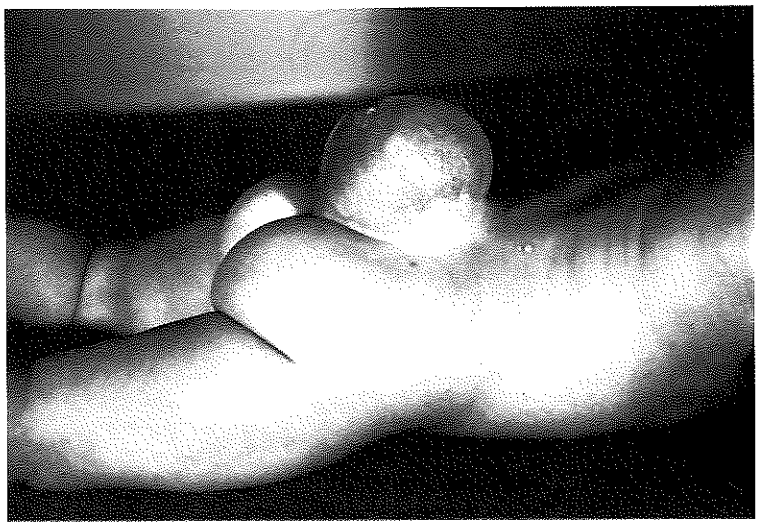
Şekil 18-13 Spina bifida'nın farklı tipleri.

4. **Myelosel:** Tubus neuralis'in defekt bölgesinde kapanma yetersizliği vardır (Şek. 18-13). Bölge yüzeyinde oval gelişmemiş alan bulunur. Bu sulcus neuralis'in birleşmemiş olduğunun göstergesidir. Canalis centralis yüzeye serebrospinal sıvı çıkarır.
5. **Siringomyelosel:** Nadiren görülür. Meningomyelosel ile birlikte görülür. Buna ek olarak medulla spinalis'in canalis centralis'i kemik defekti düzeyinde çok genişlemiştir (Şek.18-13).

Spina bifida occulta, en yaygın görülen defektir, ikinci yaygın defekt myelosel'dir ve etkilenen bebeklerin çoğu ölü doğar. Eğer çocuk yaşıyorsa medulla spinalis enfeksiyonundan dolayı doğumdan sonraki bir iki gün içinde ölür.

Spina bifida occulta olgularının bir çoğunda iyileşme söz konusu değildir. Bir meningosel olgusu, doğumdan sonraki 1-2 gün içinde cerrahi olarak uzaklaştırılmalıdır. Meningomyelosel'de cerrahi olarak müdahale edilmelidir. Bu olguda kese açılır ve medulla spinalis veya sinirler serbestleştirilerek canalis vertebralis'e yerleştirilir. Meninx'ler medulla spinalis üzerinde dikilir ve postvertebral kaslar yaklaştırılır.

Günümüzde, tıbbi ve cerrahi yöntemlerin ilerlemesi sonucunda, spina bifida'nın çok ciddi formlarının görüldüğü çocukların, artık daha uzun yaşadıkları görülmektedir. Ancak ne yazık ki; bu çocukların bir çoğu, ömür boyu yetersizlik (güçsüzlük) ve psikososyal sorunlar yaşamaktadır. Nörolojik yetersizlikler tek başına, ekstremitelerde, omurgada, mesanede ve bağırsaklarda deformasyona ve seksüel disfonksiyonlara sebep olmaktadır.



Şekil 18-14 Lumbosakral bölgedeki bir meningosel (Dr. L. Thompson'un izniyle).

Hydrocephalus

Kafatasındaki serebrospinal sıvının anormal artışına hydrocephalus denir. Bu durum spina bifida ve meningosel ile bağlantılı olabilir. Hydrocephalus tek başına aqueductus cerebri'nin daralması nedeniyle olabildiği gibi, daha yaygın olarak da yetersiz birçok küçük tübül yerine geçecek normal tek kanal bulunmaktadır. Diğer bir neden de aqueductus cerebri çevresindeki neuroglia'ların giderek aşırı büyümeleridir. Foramen interventriculare, Magendi ve Luschka deliğinin uyumsuz gelişimi ve gelişim yetersizliği söz konusu olabilir.

Spina bifida ile birlikte görülen hydrocephalus olgularında **Arnold-Chiari malformasyonu** olabilir. Gelişim sırasında, medulla spinalis'in sefalik ucu kafatası içinde kalan beyin ile tesbit edilmiştir ve spina bifida medulla spinalis'in kaudal ucunda (ki tesbit edilmiş olabilir) bulunur. Columna vertebralis'in uzunlamasına büyümesi daha hızlıdır ve bu medulla spinalis'in büyüme hızından daha büyüktür. Bu da medulla'nın ve cerebellum'un bir kısmının foramen magnum'a doğru çekilmesine neden olur. Bu durum arka beyinin aşağı doğru çekilmesi serebrospinal sıvının 4. ventrikülün tavanındaki deliklerden akışının engellenmesine neden olur.

Hydrocephalus doğumdan önce olabilir ve bu ileri derecelerde ise geçiş tamamen engellenir. Genellikle hayatın ilk bir kaç ayında fark edilir; çünkü baş ileri derecede büyüyerek çok büyük boyutlara ulaşabilir. Bazen çapı 30 inçten (76 cm'den) fazla olabilir (Şek. 18-15).

Kafatası sutura'ları açık ve fonticulus anterior oldukça büyüktür. Skalp venleri şişer gerilir ve gözler aşağı doğru bakar. Kranial sinir paralizleri yaygındır. Serebral ventrikülller aşırı derecede genişlemişlerdir. Ventriküllerdeki genişleme substantia alba'da aşırı basıya neden olur ve cortex cerebri nöronları büyük ölçüde bağlantıyı kesmişlerdir. Bunun sonucunda serebral fonksiyonlar korunsa da traktusların tahribi özellikle de tractus corticospinalis, tractus corticobulbaris tahribinde motor fonksiyonlarda nisbi bir bozukluk oluşur.

Bu durum fetus uterusta iken sonografi ile tesbit edilirse prenatal cerrahi uygulanır. Fetus ameliyatında beyin ventriküllerine kateter koymak mümkün olmakta, böylece serebrospinal sıvının amniyotik kaviteye geçişi sağlanmaktadır. Doğum sonrasına kadar ertelenmiş olan tanılarda, geri dönüşümü engelleyen kapaklı bir direnaj tüpüyle, ventriküller, boyundaki v. jugularis interna'ya bağlanabilir.

Anencephalia

Anencephalia'da beynin büyük bir bölümü ve calvaria yoktur (Şek. 18-16). Bu anomali'nin nedeni tubus neuralis'in sefalik ucunun kısmen veya tamamen gelişmemesinin bir sonucu olarak da sefalik uçta kavite açık kalır. Normal nöral doku yerine ince duvarlı plexus choroideus'a benzer vasküler kanallar ve nöral doku kitlesi vardır. Gözler mevcut olduğu halde n. opticus bulunmaz. Bu durum genellikle medulla spinalis'i de kapsar ve medulla spinalis'in servikal bölgesi açık kalır. Bu olgunun tanısı genellikle doğum öncesinde sonografik yada radyografik tetkikler ile konulur. Çoğu anensefalik çocuklar ya doğum sırasında ya da doğumdan hemen sonra ölürler.

Nöral Defektlerin Folik Asit ile Önlenmesi

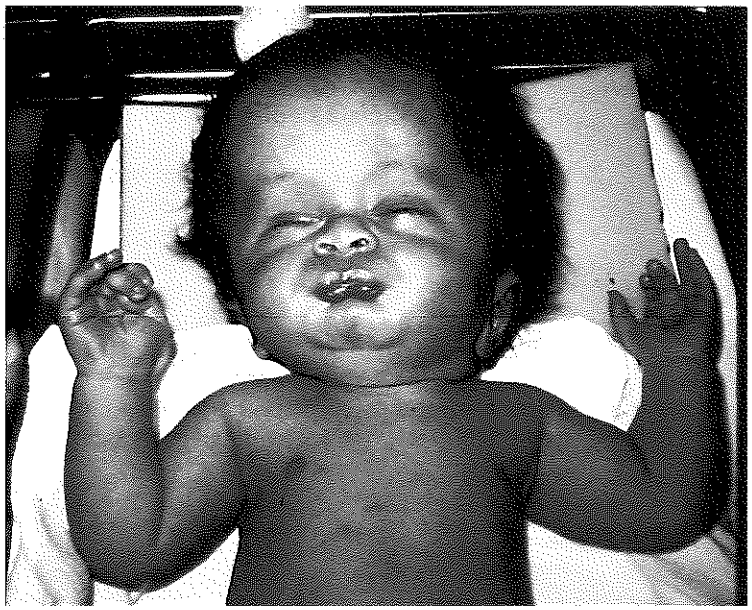
Tubus neuralis'in gelişimi ve kapanması normalde 28.günde tamamlanır. Pratik olarak tubulus neuralis defektleri, çoğunlukda kadın hamile olduğunun farkına varmadan önce ortaya çıkmaktadır.

Geniş kapsaplı klinik çalışmalar, tubulüs neuralis defektlerinin oluşmasında, çevresel ve genetik faktörlerin birlikte rol oynadıklarını göstermiştir. Düşük sosyoekenomik düzeydeki gruplarda tubulus neuralis defektlerinin daha çok görülmesi, yetersiz beslenmenin önemli bir risk faktörü olduğunu düşündürmektedir. Son klinik çalışmalarda , günlük 400 mg. folik asit alan kadınlar, almayan kadınlarla karşılaştırılmış ve günlük 400 mg. folik asit alan kadınlarda tekrarlayan tubulus neuralis defekt riskinde anlamlı düşüş olduğu görülmüştür. Daha ileri çalışmalar, günlük on kat düşük dozların da bu tip defektlerin önlenmesinde etkili olduğunu ortaya çıkarmıştır. Bu bulgular, tubulüs neuralis defektlerinde genetik ve biyolojik temeli saptayacak olan yeni çalışmalara yol açmaktadır.

USA da gebeliklerin %50 si planlanmadan gerçekleşmektedir. Doğal olarak, tübulus neuralis ile ilgili olgular da gebeliğin bilinmesinden önceki dönemle bağlantılı olmaktadır. Dolayısıyla doktorlar, bu durumu göz önünde bulundurarak , kadınların gebe kalma ihtimaline karşı tanmamlayıcı bir multivitamin içinde günlük doz olarak en az 400 mg folik asit almalarının önemli olduğunu vurgulamaktadırlar.

Embriyolojik Kök Hücreleri ve Nörolojik Hastalıkların Tedavisi

Fred ve çalışma arkadaşları (2001) gebelikten 7-8 hafta sonra insan fetusundan izole ettikleri mesecephalon parçalarındaki dopamin'i sinir hücrelerine transplante ederek ciddi parkinson hastalığı olan kişileri tedavi ettiklerini bildirmişlerdir. Bu



Şekil 18-15 Hydrocephalus. Başın büyük boyutta olduğuna dikkat ediniz (Dr. G. Avery'in izni ile).

sonuçlar, transplantasyonun genç yaştaki hastalarda yaşamı uzatmasının yanında bazı klinik yararlar sağladığını ,yaşlı hastalarda ise bu tür etkiler sağlamadığını göstermektedir. Hücrelerin canlı olduğu ve diferansiye olduğu Positron Emission Tomografi yada histolojik incelemelerde gösterilmiştir (Bkz. Şek. 10-9). Embriyonik fragmanların transplantasyonu ile dünyadaki bütün Parkinsan hastalığı olan hastaların büyük bir bölümüne uygulanabilir bir tedavi olması olanaksızdır.

Embriyonik kök hücreleri, sinir sistemi de dahil olmak üzere tüm yetişkin hücre tiplerini üretebilen eşsiz (tek ve benzeri olmayan) özelliğe sahiptir. Parkinson hastalığı, motor nöron hastalığı ve medulla spinalis zedelenmesi oluşturulmuş deney hayvanlarında, embriyonik kök hücre transplantasyonu başarıyla gerçekleştirilmiştir (yapılabilmiştir). Bu sonuçlardan kaynaklanan büyük umut bilim adamları ve hastaların beklentilerini arttırmaktadır. İnsan embriyonik kök hücrelerden sağlanan hücre seçeneğinin kullanılması, bununla birlikte çok büyük etik problemleri ortaya çıkarmaktadır.

Embriyonik kök hücreleri, gelişmekte olan embriyonun uterusa implante olma evresinde blastosit kitlesinin iç hücrelerinden sağlanmaktadır (elde edilmektedir). İnsan embriyonik kök hücreleri ilk olarak Thomson ve çalışma arkadaşları tarafından 1998 yılında başarılı bir şekilde elde edilmiştir. İzole edilen kitlenin iç hücreleri daha sonra laboratuar ortamında üretilmişlerdir. Bu, değerli bir ilerleme olsa da, önemli olan, konuyla ilgili daha büyük çaba sarfedilmesiyle, güçten düşüren kronik nörolojik hastalığı olan hastaların sağlığını iyileştirebilmektir.

Şekil 18-16 Bir anencephali olgusu. Beynin büyük bölümünün ve calvaria'nın bulunmadığına dikkat ediniz. Arkadan görünüşte beyinin mevcut bölümü görülüyor (Dr. M. Platt'ın izni ile).

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ

1. 10 yaşında bir erkek çocuk, bisikletten düşerek sırtını yaralıyor. Acil serviste yapılan fiziki muayenesinde anormal bulgu saptanmıyor. Röntgende 5. lumbal vertebra'nın, lamina ve spina'sının tamamen olmadığı izleniyor. Bu kemik defektinin olduğu olguyu nasıl açıklarsınız.
2. 20 yaşındaki bir anne normal yolla bir erkek çocuğu dünyaya getirir. Pediatrist muayenesinde, çocuğun bel bölgesinde 4. ve 5. lumbal vertebra düzeyinde büyük bir şişlik saptar. Daha ayrıntılı muayenede şişliğin tepesinde oval bir bölgeden şefaf bir sıvının boşaldığını görür. Bacaklar dizlerden hiperekstensiyonda, ayaklarda talipes calcaneus pozisyonunda durmaktadır. Tanınız nedir? Beldeki bu konjenital defekti nasıl açıklarsınız?
3. 2 aylık bir çocuğu, annesi, çocuğun baş boyutlarından endişe ettiği için pediatriste getirir. Anne çocuğun tepesinde bir şişliğin olduğunu söyler. Muayenede çocuğun başının büyük ve küresel biçimde olduğu gözlenir. Ön fontanel'in oldukça genişlediği ve genişleyen arka fontanele uzandığı görülür. Büyümüş baş küçük yüz ile bir zıtlık oluşturur. Nörolojik muayenede her iki tarafta optik atrofi ve her iki taraf alt ekstremite kas tonusunda artma bulunur. Tanınız nedir? Konjenital anomaliyi nasıl açıklarsınız. Tedavi edilmezse hastanın prognozu ne olur.

KLİNİK PROBLEM ÇÖZÜMÜ YANITLARI VE AÇIKLAMALAR

1. Hastanın 5. lumbal vertebra'sında spina bifida occulta'sı vardır. Bu durum, tubus neuralis ile yüzey ektodermi arasında mezenşimin farklaşmasıyla oluşacak olan arcus vertebrae'nin gelişmemesi sonucunda oluşmuştur ve canalis vertebralis arka tarafta açık kalmıştır. Bu defekt doğum öncesine kadar oluşumunu tamamladığı ve postvertebral kaslar tarafından örtüldüğü için görülemez. Ancak fiziksel muayenede hissedilir. Medulla spinalis ve spinal sinirler genellikle normaldir. Tedavi gerekli değildir.
2. Bu çocuğun myelosel'i vardır. Buna ek olarak 4. ve 5. lumbal vertebraların arcus vertebrae'larının oluşumundaki bozukluk nedeniyle tubulus neuralis'in kapanmaması söz konusudur. Bu hastada oval kapanmamış kısım tubus neuralis'in dudaklarının birleşmemesinden kaynaklanmaktadır. Canalis centralis, serebrospinal sıvıyı deri yüzeyine boşaltmaktadır. Diz ve ayaklarda görülen deformiteler, lumbal bölgedeki medulla spinalis'in malformasyonundan dolayı bacak kaslarının innervasyonunda ortaya çıkan bozukluktan kaynaklanmaktadır.
3. Bu çocuğun hydrocephalus'u vardır. Yapılan otopsi incelemesinde, 1 yıldan sonra yapılan muayenede, aqueductus cerebri'nin normal gelişmediği ve çok sayıda küçük tubüllerden oluştuğu görüldü. Bu da beynin 3. ventrikülünde ve lateral ventriküllerinde serebrospinal sıvının fazla birikmesine neden olmaktadır. Ventriküllerdeki genişlemeyle birlikte beyindeki büyüme ve kafa içi basıncındaki artış, kafa kemiklerini zorlamakta, başı büyütmekte ve genişletmektedir. Optik atrofi, aynı taraftaki n. opticus'daki gerginlikten dolayı olabilmektedir. Alt ekstremite kas tonusundaki artış, kortikospinal yolların ayrıca lateral ventrikül'ün genişlemesiyle diğer inen yolların tahrip olmasına bağlıdır. Bazı olgularda baştaki büyüme kendiliğinden durmasına karşın birçok hastada hidrosefali progressif olarak ilerler ve ölüm oluşur. Hidrosefalus'da cerrahi müdahale yapılabilmektedir (Bkz. s. 514).

ÇALIŞMA SORULARI

Açıklama: Bu bölümdeki numaralanmış her soruyu, harfli yanıtlar takip etmektedir. Doğru olan harfli yanıtı seçiniz.

1. Aşağıdaki Tubus neuralis ile ilgili ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Skuamoz hücre tabakası ile kaplanmıştır
   (b) Nöroblastlar zona intermedia'yı oluşturmak için mediale doğru göç ederler.
   (c) Matriks hücrelerinin tekrarlayan bölünmeleri tüpün çapını ve boyunu artırmazlar.
   (d) Zona ventricularis, medulla spinalis'in gri cevherini oluşturcaktır.
   (e) Str.marginalis'de bulunan sinir fibrilleri myelinize olurlar ve medulla spinalis'in beyaz cevherini oluştururlar
2. Crista neuralis hücreleri ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
   (a) Plica neuralis'in medial margininden gelişir.
   (b) Arka kök ganglionunu meydana getirir.

(c) Otonomik ganglion nöronlarını oluşturmaz.
(d) Periferik sinirlerin schwann hücreleri crista neuralis'den gelişmez.
(e) Böbreküstü bezin korteks hücrelerini, crista neuralis hücreleri oluşturur.

3. Medulla spinalis'in gelişimi ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
(a) Lamina alaris'ler columna anterior'ları ouluşturur.
(b) Sempatik sinir hücreleri lamina basalis'den oluşmazlar.
(c) Yetişkinde, medulla spinalis'in alt ucu birinci lumbal vertebra gövdesinin alt kenarı seviyesindedir.
(d) Doğumda, medulla spinalis'in alt ucu üçüncü sakral vertebra seviyesindedir.
(e) Medulla spinalis'i saran meninksler endodermden gelişir.

4. Beyin sapı ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
(a) Cerebellum metencephalon'un lamina alaris'lerinin arka(dorsal) bölümünden gelişir.
(b) Derin cerebellum çekirdekleri, ortabeyin (midbrain) vezikülünü döşeyen matriks hücrelerinden köken alırlar.
(c) Lamina dorsalis'deki nöroblastlar, n.trochlearis ve n.oculomotorius'un çekirdeklerini oluşturacaklardır.
(d) Colliculus superior ve colliculus inferior nöroblastları lamina basalis'lerde bulunan nörositlerden gelişirler.
(e) Pons, myelencephalon'un lamina alaris'indeki hücrelerin katılımı ile metencephalon'un lamina alaris bölümünde gelişir.

5. Önbeyin vezikülünün gelişimi ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
(a) Vesicula optica, orta beyin vezikülünün dışında gelişir.
(b) Thalamus, diencephalon'un medial duvarındaki lamina alaris'den gelişir.
(c) Lamina terminalis diensefalonun rostral ucundan köken alır.
(d) Hipofizin pars nervosa'sı diencephalon'un tabanında gelişir.
(e) Hipothalamus'un çekirdekleri, diencephalon'un lamina basalis'inden gelişir.

6. Hemispherium cerebri'lerin gelişimiyle ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
(a) Corpus stiratum önbeyin vesikülü tavanını döşeyen matriks hücrelerinin çoğalması ile oluşur.
(b) Foramen interventriculare diensefalon kavitesi tarafından oluşturulur.
(c) Ventriculus lateralis'in plexus choroideus'u, ependim hücreleriyle döşeli vasküler ektodermden oluşurlar.
(d) Capsula interna, inen ve çıkan yollar tarafından oluşturulur. Geliştikçe içyanındaki gelişmekte olan thalamus ve nucleus caudatus ile dışyandaki nucleus lentiformis arasından geçer.
(e) Kortikal nöronlar bulundukları yerde gelişirler ve hemispherium cerebri kavitesini döşeyen matriks hücrelerinden dış yana doğru göç etmezler.

7. Beynin myelinizasyonu ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
(a) Myelinizasyon doğumda başlar.
(b) En son duyu lifleri miyelinleşir.
(c) Myelinizasyon olgusu rastgele gelişir.
(d) Sinir yollarının myelinizasyonu büyük oranda yaşamın kırkıncı yılında tamamlanır.
(e) Myelinizasyon nöronlarla değil oligodendrositler tarafından yapılır.

8. Spina bifida ile ilgili aşağıdaki ifadelerden hangisi doğrudur?
(a) Spina bifida, santral sinir sisteminin konjenital anomalilerinden en yaygın olarak görülenlerden birisidir.
(b) Spina bifidanın en yaygın görülen tipi syringomyelocele'dir.
(c) Spina bifida en sık, servikal ve üst torakal bölgelerde görülür.
(d) Myeloselde, tubus neuralis defekt bölgesinde kapanmıştır.
(e) Spina bifida occulta olguları, cerrahi uygulamaları gerektirir.

Açıklama: Aşağıda tanımlanan olgularla ilgili olarak yer alan çoktan seçmeli sorularda EN DOĞRU yanıtı işaretleyiniz.

Altı aylık bir kız bebek burun kökündeki şişkinlik nedeniyle plastik cerrah tarafından muayene edilmiştir. Annesi, bu kabartıyı doğumda fark ettiğini o andan itibaren kabartının giderek büyüdüğünü söylemiştir.

9. Cerrah çocuğu muayene etti ve aşağıdakilerden bir tanesi dışında diğerlerini saptadı?
(a) Kabartı orta hatta burun kökünde yer almaktadır.
(b) Kabartı frontal ve nazal kemikler arasına yerleşmiştir.
(c) Kabartı flukte ve yumuşak basınçla boyutları küçülebilmektedir.
(d) Kabartı (pulsatif) nabızsal ve nabız kalp ritmiyle uyumludur.
(e) Nabız, kafatasında fonticulus anterior üstünden hissedilen nabızla uyumlu değildi.

10. Konu, beyin cerrahı ile konsulte edildi ve aşağıdakilerden bir tanesi dışında diğerleri olası ek bulgular olarak saptandı.
(a) Kafa lateral radyografisi, frontal kemiğin nazal proçesini içine alan membranöz kemiklerde defekt olduğunu göstermiştir.
(b) Membranöz kemiklerdeki defect, "cranioschisis" olarak bilinir.
(c) Bu durum, bir sefalik meningosel ile birlikte görülür.
(d) Meninkslerdeki herni kafatasında defekt boyunca yer alır.
(e) Herni içinde kesinlikle beyin dokusu bulunmaz.

ÇALIŞMA SORULARININ YANITLARI VE AÇIKLAMALARI

1. **E Seçeneği doğrudur.** Gelişmekte olan tubus neuralis'in str. marginale'sinde yer alan sinir lifleri myelinleşir ve medulla spinalis'in beyaz cevherini oluşturur. A. Tubus neuralis'in duvarı tek sıralı pseudastratifiye kolumnar epitel hücrelerinden oluşur (Bkz. Şek.: 18-2). B. Nöroblastlar zona intermedia'yı oluşturmak üzere perifere göç ederler (Bkz. Şek. 18-2). C. Matriks hücrelerinin tekrarlanan bölünmeleri, tubus neuralis'in çap ve uzunluğunun artması ile sonuçlanır (Bkz. sf. 502). D. Tubus neuralis'in zona intermedia'sı medulla spinalis'in gri cevherini oluşturur (Bkz. Sf. 502).
2. **B Seçeneği doğrudur.** Crista neuralis hücreleri arka kök ganglionunu meydana getirirler (Bkz. Şek. 18-1). A. Crista neuralis, lamina neuralis'in lateral margininden oluşmaktadır (Bkz. Şek.18-1) C. Crista neuralis hücreleri, otonomik ganglion nöronlarını oluşturmaktadır (Bkz. Şek.18-1). D. Periferal sinirlerin schwann hücreleri crista neuralis hücrelerinden gelişmektedir (Bkz. Şek.18-1). E. Crista neuralis, böbreküstü bezi medulla hücrelerini oluşturmaktadır (Bkz.Şek.18-1).
3. **C seçeneği doğrudur.**Yetişkinde medulla spinalis'in alt ucu birinci lumbal vertebra'nın alt kenarı seviyesindedir (Bkz. Sf. 504). A. Lamina alaris, cornu posterius'un gri cevherindeki nöronları oluşturur (Bkz. Sf. 502). B. Sempatik sinir hücreleri lamina basalis'den oluşurlar (Bkz sf. 502). D.Doğumda, medulla spinalis'in alt ucu üçüncü lumbar vertebra'nın alt ucu seviyesinde bulunmaktadır (Bkz.Sf.503). E. Medulla spinalis'i saran meninksler, tubus neuralis'i çevreleyen mezenşimden gelişmektedir (Bkz. Sf. 503).
4. **A seçeneği doğrudur.** Cerebellum, metencephalon'un plica alaris'inin arka bölümünden oluşmaktadır (Bkz. Şek.18-7) B. Derin cerebellar çekirdekler, arka beynin vezikül boşluğunu döşeyen matriks hücrelerinde köken alırlar (Bkz. Sf. 506). C. Lamina basalis'deki nöroblastlar n.trochlearis ve n. oculomotorius'un çekirdeklerini sinirlerinin oluşturacaktır (Bkz. Sf. 507). D. Lamina alaris'deki nöroblastlar colliculus superior ve colliculus inferior'daki sinir hücrelerini oluştururlar (Bkz. Şek.18-8). E. Pons metencephalon'un ön bölümünden gelişir ve ayrıca myelencephalon'un lamina alaris'inden de hücresel bir katılım alır. (Bkz. Sf. 506).
5. **D seçeneği doğrudur.** Hipofiz serebrinin pars nervozası diensefalonun tabanından gelişir (Bkz. Sf. 509). A. Vesiculo optica ön beyin vezikülünün dışında gelişir (Bkz. Şek. 18-4). B.Talamus diensefalonun lateral duvarlarının lamina alaris'inden oluşur (Bkz. Şek. 18-2) C.Lamina terminalis telensafalonun rostral ucundan gelişir (Bkz. Sf. 509). E. Hipothalamus'un çekirdekleri diencephalon'un plica alaris'indenefalonun plak kanatlarından oluşur (Bkz. Sf. 509).
6. **D seçeneği doğrudur.** Capsula interna'yı oluşturan inen ve çıkan yollar geliştikçe içyanındaki talamus ve nucleus caudatus ile dışyandaki nuc. lentiformis arasında ortaya çıkar (Bkz. Şek.18-2). A. Corpus sitriatum önbeyin vezikülü tabanını döşeyen matriks hücrelerinin proliferasyonuyla oluşur (Bkz.Sf.511). B. Foramen intervenriculare telencephalon'un kavitesi tarafından oluşturulur (Bkz. Şek.18-12). C. Ventriculus lateralis'in plexus choroideus'u, ependim hücreleri ile kaplanmış olan vaskuler mezenşim tarafından oluşturulur (Bkz. Sf. 509). E. Cortex cerebri'nin nöronları hemispherium cerebri kavitesini döşeyen matriks hücrelerinden gelişir. Bu hücrelerden str. marginale'ye göç edenlerden büyük bir kısmı nöroblastlara farklanırlar.(Bkz. Sf. 512).
7. **E seçeneği doğrudur.** Beynin gelişme aşamasında myelinleşme nöronlar tarafından değil oligodendrositler tarafında gerçekleştirilmektedir (Bkz. Sf. 512). A. Beynin gelişme aşamasında myelinleşme fötal hayatın altıncı haftası civarında başlamaktadır (Bkz. Sf 512). B. Beynin gelişme aşamasında ilk önce myelinleşenler duyu lifleridir (Bkz. Sf. 512). C. Sinir traktuslarının myelinleşmesi rastgele değil sistematiktir. Miyelinizasyon farklı sinir liflerinde belirli zamanlarda olur (Bkz. Sf. 512). D. Sinir traktuslarının myelinleşmesi ikinci yılın sonunda büyük ölçüde tamamlanmaktadır (Bkz. Sf. 512).
8. **A seçeneği doğrudur.** Spina bifida, santral sinir sisteminin konjenital anomalilerinden en yaygın olarak görülenlerden birisidir (Bkz. Sf. 512). B. Spina bifidanın en yaygın formu spine bifida occultadır (Bkz. Şek. 18-14) C. Spina bifida, sıklıkla alt torasik, lumbal ve sakral bölgede ortaya çıkmaktadır (Bkz. Sf. 512). D. Myeloselde nöral tüp defekt alanını kaptmakta yetersizdir (Bkz. Şek. 18-14). E. Çoğu spina bifida occulta olguları tedavi gerektirmez (Bkz. Sf. 512)
9. **E seçeneği yanlıştır.** Sefalik meningoselde şişkinlik içindeki serebrospinal sıvı subaraknoid aralık ile ilişkilidir (Bkz. Sf. 512). Şişkinlikteki pulsasyon, serebral arterlerin nabız dalgasının cerebrorospinal sıvıdan geçmesiyle oluşur. Bu nabızsal hareket kafatasında fonticulus anterior üzerinden hissedilen nabız ile uyumludur.
10. **E seçeneği yanlıştır.** Cranioschisis, kafatasının membranöz kemiklerindeki defect bölgesinde nöral doku boyunca meninks veya meninkslerin dışarı çıkmasıyla karekterizedir. Bu defekt genellikle oksipital bölgenin orta hattında veya frontal ve nazal kemikler arasında ortaya çıkar (görülür). Bu durum muhtemelen tubulus neuralis'in, embriyonun yüzey ektoderminden ayrılması ve anormal formasyonu sonucunda ortaya çıkar.

Ek Okumalar

Anderson, D. J. Cellular and molecular biology of neural crest cell lineage determination. *Trends Genet.* 13:276–280, 1997.

Anderson, S. A., Eisenstat, D. D., Shi, L., and Rubenstein, J. L. Interneuron migration from basal forebrain to neocortex: Dependence on Dlx genes. *Science* 278:474–476, 1997.

Berry, R. J., Li, Z., Erickson, J. D., Li, S., Moore, C. A., Wang, H., et al. Prevention of neural tube defects with folic acid in China. *N. Engl. J. Med.* 341:1485–1490, 1999.

Botto, L. D., Moore, C. A., Khoury, M. J., and Erickson, J. D. Medical progress: Neural tube defects. *N. Engl. J. Med.* 341:1509–1519, 1999.

Brown, M. Keynes, R. Lumsden, A. *The Developing Brain.* Oxford. Oxford Unviversity Press, 2001.

Cowan, C. A., Klimanskaya, I., McMahon, J., Atienza, J., Witmyer, J., Zucker, J. P., et al. Derivation of embryonic stem-cell lines from human blastocysts. *N. Engl. J. Med.* 350:1353, 2004.

Crossley, P. H., Martinez, S., and Martin, G. R. Midbrain development induced by FGF8 in the chick embryo. *Nature* 380:66–68, 1996.

Ericson, J., Briscoe, J., Rashbass, P., van Heyningen, V., and Jessell, T. M. Graded sonic hedgehog signaling and the specification of cell fate in the ventral neural tube. *Cold Spring Harb. Symp. Quant. Biol.* 62:451–466, 1997.

Fischbach, G. D., and McKhann, G. M. Cell therapy for Parkinson's disease. *N. Engl. J. Med.* 344:763, 2001.

Francis, N. J., and Landis, S. C. Cellular and molecular determinants of sympathetic neuron development. *Annu. Rev. Neurosci.* 22:541–566, 1999.

Freed, C. R., Greene, P. E., Breeze, R. E., Tsai, W.-Y., DuMouchel W., Kao, R., et al. Transplantation of embryonic dopamine neurons for severe Parkinson's disease. *N. Engl. J. Med.* 344:710, 2001.

Gearhart, J. New human stem-cell lines—more or better. *N. Engl. J. Med.* 350:1275, 2004.

Hatten, M. E. Central nervous system neuronal migration. *Annu. Rev. Neurosci.* 22:261–294, 1999.

Henderson, C. E. Programmed cell death in the developing nervous system. *Neuron* 17:579–585, 1996.

Lee, K. J., and Jessell, T. M. The specification of dorsal cell fates in the vertebrate central nervous system. *Annu. Rev. Neurosci.* 22:261–294, 1999.

Liem, J. F. Jr., Tremml, G., Roelink, H., and Jessell, T. M. Dorsal differentiation of neural plate cells induced by BMP-mediated signals from epidermal ectoderm. *Cell* 82:969–979, 1995.

Lumsden, A., and Gulisano, M. Neocortical neurons: Where do they come from? *Science* 278:402–403, 1997.

Marigo, V., Davey, R. A., Zuo, Y., Cunningham, J. M., and Tabin, C. J. Biochemical evidence that patched is the hedgehog receptor. *Nature* 384:176–179, 1996.

Mueller, B. K. Growth cone guidance: First steps towards a deeper understanding. *Annu. Rev. Neurosci.* 22:351–388, 1999.

O'Leary, D. D., and Wilkinson, D. G. Eph receptors and ephrins in neural development. *Curr. Opin. Neurobiol.* 9:65–73, 1999.

Phimister, E. G., and Drazen, J. M. Two fillips for human embryonic stem cells. *N. Engl. J. Med.* 350:1351, 2004.

Snyder, E. Y., and Loring, J. F. Beyond fraud—Stem-cell research continues. *N. Engl. J. Med.* 354:321, 2006.

Song, H. J., and Poo, M. M. Signal transduction underlying growth cone guidance by diffusible factors. *Curr. Opin. Neurobiol.* 9:355–363, 1999.

Standring, S. (ed.). *Gray's Anatomy* (39th Br. ed.). London: Elsevier Churchill Livingstone, 2005.

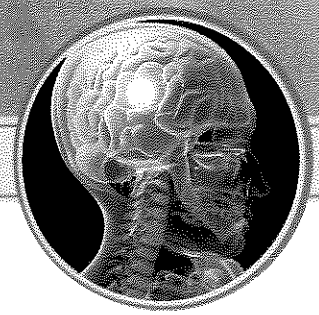
Tanabe, Y., and Jessell, T. M. Diversity and pattern in the developing spinal cord. *Science* 274:1115–1123, 1997.

Tessier-Lavigne, M., and Goodman, C. S. The molecular biology of axon guidance. *Science* 274:1123–1133, 1996.

Thomson, J. A., Itskovitz-Eldor, J., Shapiro, S. S., Waknitz, M. A., Swiergiel, J. J., Marshall, V. S., et al. Embryonic stem cell lines derived from human blastocysts. *Science* 282:1145, 1998. (Erratum. *Science* 282:1827, 1998.)

Wolpert, L., Beddington, R., Brockes, J., Jessell, T. M., Lawrence, P. A., and Meyerowitz, E. *Principles of Development.* New York: Oxford University Press, 1998.

EKLER



KLİNİK BULGULARIN ÖNEMLİ NÖROANATOMİK VERİLERİ

Kafatasının Taban Çizgisi

Kafatasının taban çizgisi, orbita'nın alt kenarından meatus acusticus externus'un üst kenarı boyunca arkaya doğru uzanır. **Cerebrum** bu çizginin tamamen üzerinde yer alırken, **cerebellum** ise fossa cranii posterior içinde ve bu çizginin 1/3 arka bölümünün altında yer alır (Şekil A-1).

Serebral Hemisferler Arasındaki Falx Cerebri, Sinus Sagittalis Superior ve Fissura Longitudinalis Cerebri

Falx cerebri, sinus sagittalis superior ve serebral hemisferler arasındaki fissura longitudinalis cerebri'nin yerleşimi, burun kökünü protuberantia occipitalis externa'ya birleştiren sagittal plan üzerinde olarak kafatasındaki vertex noktasının hemen üzerinden geçen bir çizgi ile belirtilir.

Tuber Parietale; Eminentia Parietalis

Tuber parietale (eminentia parietalis), auricula'nın yaklaşık 5 cm kadar üstünde ele gelen, os parietale'nin lateral yüzeyindeki en belirgin alandır. Bu alan, beyindeki sulcus centralis cerebri'nin alt ucuna yakın olarak yer alır (Şekil A-1).

Pterion

Pterion, os sphenoidale'nin ala major'unun, os parietale'nin ön-alt köşesi (angulus sphenoidalis) ile birleştiği noktadır. Arcus zygomaticus'un orta noktasının yaklaşık 4 cm üzerinde yer alan bu nokta, bir kabarıklık ya da çöküntü alanı değildir. Fakat **a.-v. meningea media'nın ön dalları bu noktanın derininde seyrettiği için önemlidir**.

İntrakranial Hematomların Tedavisindeki Klinik Nöroanatomik Teknikler

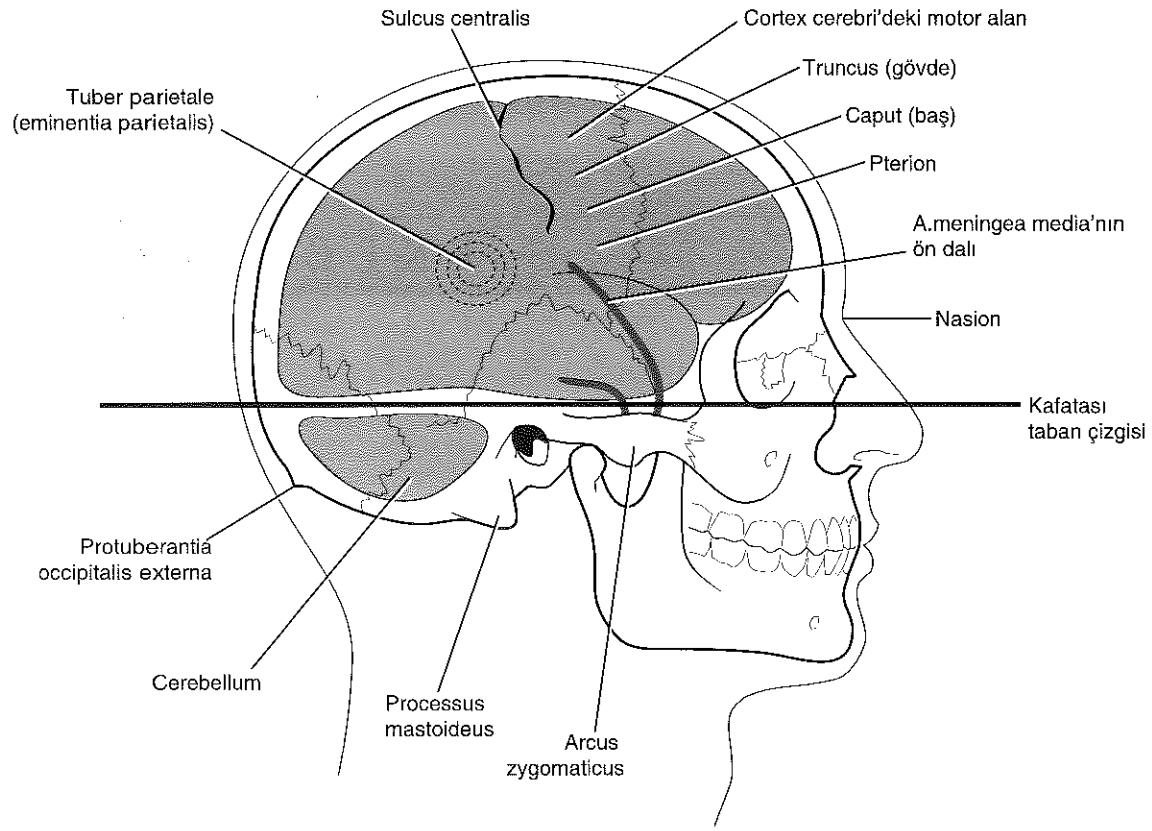
Burr Delikleri

Burr Delikleri Endikasyonları

Beyin herniasyon (fıtıklaşma) semptomları ve ilerleyici nörolojik hastalık hikayesi olan bir hastada, uygun medikal tedaviye rağmen iyileşme olmazsa kranial dekompresyon uygulanır. Hematomun varlığı, mümkünse tomografi (CT) ile doğrulanmalıdır.

Temporal Burr Deliği İçin Anatomik Teknik

1. Burr deliği uygulanacak taraf en üst pozisyona getirilecek şekilde başına rotasyon yaptırılarak hasta supin pozisyonunda yatırılır. Örneğin, sağ uncus'daki herniasyon sonucu sağ n.oculomotorius üzerine olan bası ile gözü sağ dış tarafa fikse ve pupillası dilate olan bir hastada, sağ tarafta bir hematom düşünülmeli ve bir Burr deliği sağ tarafta uygulanmalıdır.
2. Rutin bir işlem olarak, temporal deri traş edilmeli ve cerrahi için hazırlanmalıdır.
3. Şekil A-2 A'da gösterildiği gibi, kulaktaki tragus'un 2 parmak kalınlığı kadar ön tarafında ve bu seviyenin de 3 parmak kalınlığı kadar üst tarafında olmak üzere 3 cm lik vertikal deri kesisi yapılır (Şekil A-2).
4. İnsizyon esnasında geçilen yapılar:
   a. Deri.
   b. A.temporalis sperficialis'in küçük dallarını içeren yüzeyel fasya.
   c. M.temporalis'in dış yüzeyini kaplayan derin fasya.
   d. Os temporale'nin pars squamosa'sının periostuna kadar aşağıya doğru vertikal olarak m.temporalis'in kesilmesi (Şekil A-2).
   e. M.temporalis, kafatasına tutunma yerlerinden kaldırılır ve bir retraktör yerleştirilir (karşılaşılabilecek bazı muskuler damar kanamaları için).
   f. Kafatası yüzeyinde uygun açılarda dış ve iç kemik tabakalarını kateden küçük bir delik açılır ve bu



Şekil A-1 Başın sağ tarafındaki yüzeyel landmarklar. Kafatası yüzeyi ile a.meningea media ve beyin ilişkilerinin gösterilmesi.

delik bir burr ile genişletilir (iç kemik tabaka ile dura mater'in endosteal tabakası arasında bir kan pıhtısı oluşturmadan).

g. Dura mater'in beyaz meningeal tabakası esnek ve üzerine yapılan hafif bir basıdan etkilenecek kadar incedir.
h. Bu delik bir küretaj aleti ile genişletilebilir ve diploe'den gelen kanama kemik mumu ile kontrol edilebilir.

Bu cerrahi kesi sonucunda, scalp, m.temporalis ve m. temporalis'i saran derin fasya tabakalarında oluşan ayrılma dikiş atılarak kapatılır.

Epidural Hematom için Burr Deliği. Önce os temporale'nin pars squamosa'sının iç yüzeyi (ya da os parietale'nin ön-alt köşesi / angulus sphenoidalis) küçük bir dokunuş ile açılır ve ardından burr aleti ile genişletilir. Dura mater'in endosteal tabakasının hemen altında koyu kırmızı renkteki kan pıhtısı genelde kolaylıkla tanınabilir. Ancak parlak kırmızı renkli kan sıvısı görülürse, bu durum a.meningea media ya da bir dalının kanadığını ifade eder. A.meningea media, kan pıhtısının hemen derininde bulunur ve dura mater'in endosteal tabakası ile meningeal tabakası arasında veya dura mater'in endosteal tabakasının yapısı içinde ya da kemik tünel içerisinde seyredebilir.

Subdural Hematom için Burr Deliği. Daha öncede anlatıldığı gibi os temporale'nin pars squamosa'sı delinip geçildiğinde, dura mater'in endosteal tabakası ortaya çıkar. Bu durumda, dura mater'in endosteal tabakası ile meningeal tabakası arasında kan pıhtısı yoktur, ama bu iki dura mater tabakası birbirlerine yapışmış ise pıhtı koyu mavimtrak renkte olacaktır. Dura mater'in meningeal tabakası ile arachnoidea mater arasındaki aralığa girmek için, dura mater (endosteal ve meningeal tabakaları) hafifçe kesilir. Deliğin derinliklerinde sadece arachnoidea mater ile pia mater tarafından kaplanmış ve korunmasız durumdaki beyine ulaşınca, subdural kan genellikle fışkırır.

Ventrikülostomi Tekniklerinin Klinik Nöroanatomisi

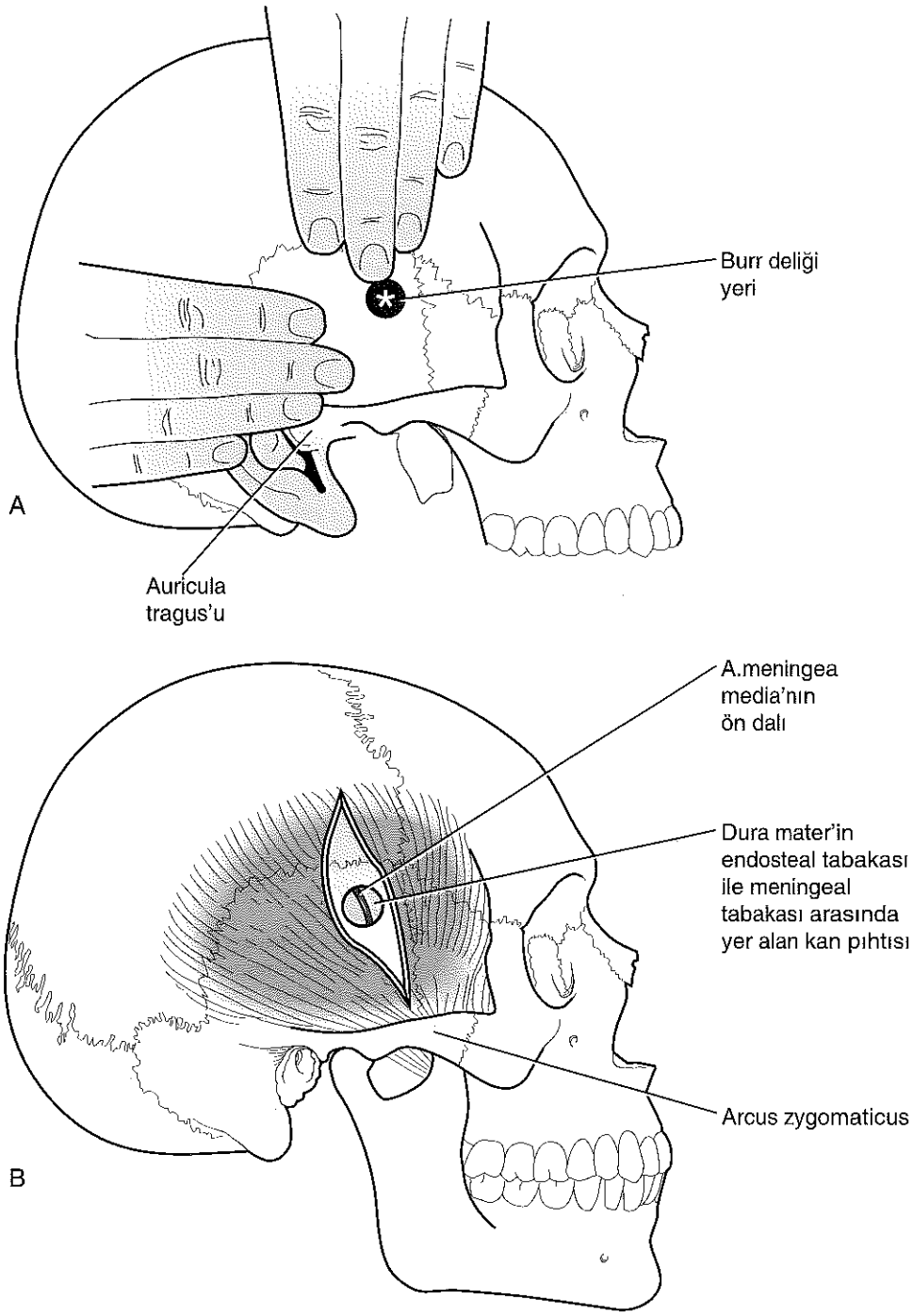
Ventrikülostomi Endikasyonları

Serebrospinal sıvı akışının ani bir obstrüksiyonu nedeniyle oluşan akut hidrosefali durumunda, ventrikülostomi endikasyonu konulur.

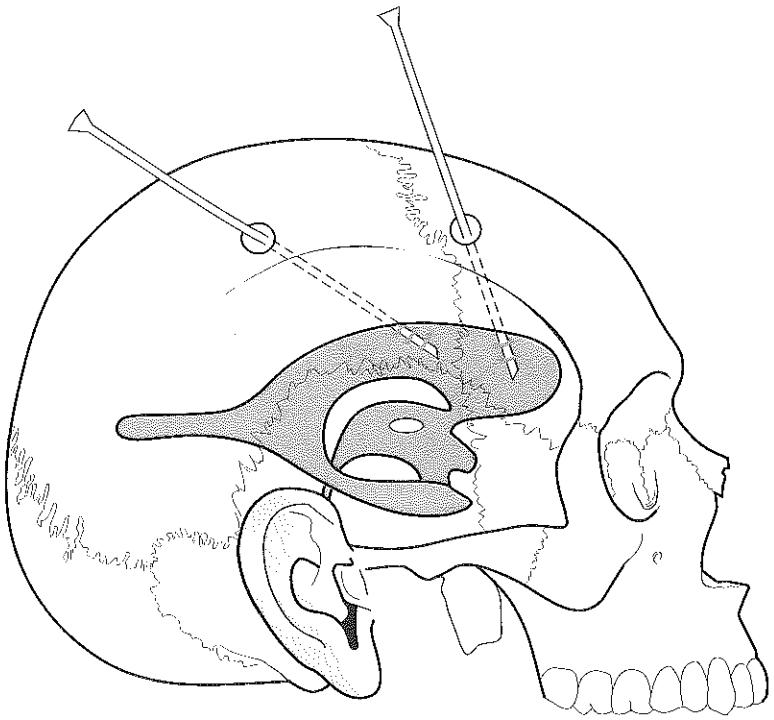
Ventrikülostomi Tekniklerinin Anatomisi

Bir ventrikülostomi yapmak için, iğne ya frontal ya da parietal burr deliği içinden geçirilerek ventriculus lateralis'e girilir. Bu burr deliklerinin anatomisi daha önce tarif edilmişti. İğne, aşağıda belirtilen anatomik landmarklar kullanılarak burr delikleri içinden geçirilerek yerleştirilir.

1. **Frontal Yaklaşım.** İğne, frontal burr deliği içinden geçirilir ve aynı taraf gözün iç kantusu yönünde aşağı ve ileriye doğru yönlendirilir (Şekil A-3).



Şekil A-2 **A:** Bir temporal burr deliğinin yüzeyel landmarkları. **B:** Vertikal insizyon, m.temporalis'den altındaki (derinindeki) kemiğe doğru yapılır. A. meningea media, dura mater'in meningeal tabakası ile endosteal tabakası arasında bulunur veya dura mater'in endosteal tabakası içinde yerleşmiş ya da bir kemik tünel içinde seyreder durumdadır.



Şekil A-3 Ventrikülostomi. Os parietale ya da os frontale'deki burr deliği içinden geçerek ventriculus lateralis alanına ulaşan iğneler gösterilmektedir. Ventriculus lateralis'e girmek için bu iğne, açılmış olan kafatasından yaklaşık 5,5 cm derinliğe kadar ilerletilir.

2. **Parietal Yaklaşım.** İğne, parietal burr deliği içinden geçirilir ve aynı taraf gözün pupillası yönünde aşağı ve ileriye doğru yönlendirilir (Şekil A-3).

İğne, açılan delikten kafatasında yaklaşık 5,5 cm derinliğe kadar ilerletilir; ilerlemiş ventriküler dilatasyonu olan kronik hidrosefali olgularında, ventriküler boşluğa giriş derinliği yetersiz (çok az) olabilir.

Omur Sayıları ve Medulla Spinalis Segmentleri

Corpus vertebralis'in belirli medulla spinalis segmentleri ile arasındaki ilişkiler Tablo A-1'de gösterilmiştir.

Tablo A-1

Omurlar	Spinal Segment
Servikal vertebralar	1 eklenir
Üst torasik vertebralar	2 eklenir
Alt torasik vertebralar (7-9)	3 eklenir
Onuncu torasik vertebra	L1-2 medulla spinalis segmentleri
Onbirinci torasik vertebra	L3-4 medulla spinalis segmentleri
Onikinci torasik vertebra	L5 medulla spinalis segmenti
Birinci lumbal vertebra	Sakral ve koksigeal medulla spinalis segmentleri

Kasların Segmental İnnervasyonu

Hastada aşağıdaki basit kas reflekslerini uygulayarak, kasların segmental innervasyonunun normal durumda olup-olmadığını test etmek mümkündür.

M. biceps brachii tendon refleksi C5-6 (m.biceps tendonuna hafifçe vurulması ile dirsek ekleminin fleksiyonu).

M.triceps tendon refleksi C6-7 ve 8 (m.triceps tendonuna hafifçe vurulması ile dirsek ekleminin ekstansiyonu).

M.brachioradialis tendon refleksi C5-6 ve 7 (m.brachioradialis tendonunun insersiyonuna hafifçe vurulması ile radioulnar eklemin supinasyonu).

Abdominal yüzeyel refleksler (deriyi hafifçe çizerek/okşayarak altında uzanan abdominal kasların kontraksiyonu). Üst abdominal bölge derisi T 6-7; orta abdominal bölge derisi T 8-9; alt abdominal bölge derisi T 10-12.

Patellar tendon refleksi (diz refleksi) **L 2-3** ve **4** (patellar tendona hafifçe vurulması ile diz eklemi ekstansiyonu).

Aşil tendon refleksi (ayak bileği refleksi) **S1** ve 2 (aşil – tendo calcaneus-tendonuna hafifçe vurulması ile ayak bileği ekleminin plantar fleksiyonu).

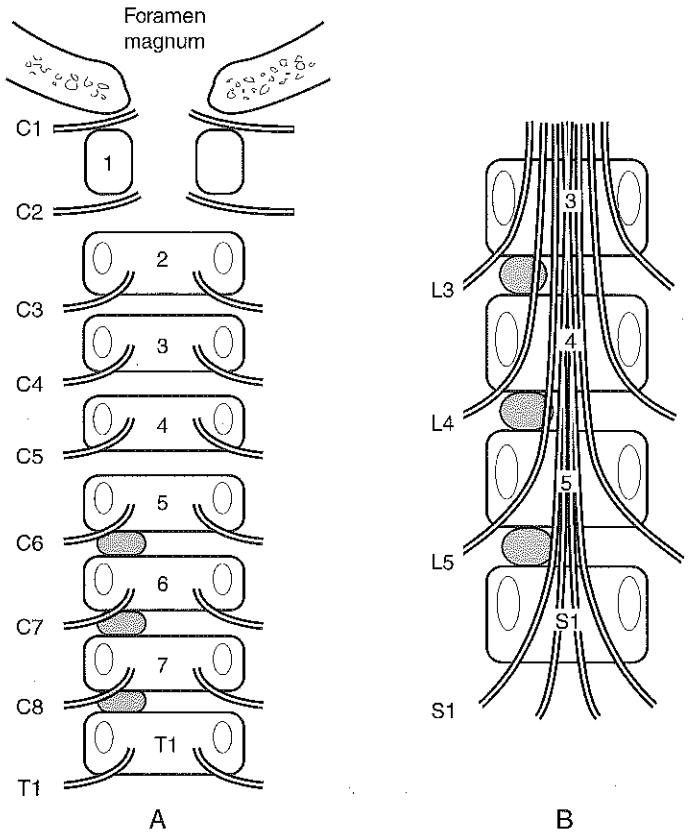
Olası Discus Intervertabralis Fıtıklaşması ile Spinal Sinir Kökleri Arasındaki İlişki

Spinal sinir kökleri ile olası nucleus pulposus fıtıklaşmasının ilişkisini anlayabilmek önemlidir. Bunlar, Şekil A-4'de servikal ve lumbal bölgeler için gösterilmiştir.

Sıkışan sinir kökleri, ağrı dermatomu, kas zayıflığı ve refleks azalması ya da kaybı arasındaki ilişki Tablo A-2'de gösterilmiştir.

Tablo A-2 Sıkışan Sinir Kökleri, Ağrı Dermatomları, Kas Zayıflığı ve Refleks Azalması ya da Kaybı ile Sinir Kökleri Arasındaki İlişki

Kök Hasarı	Ağrı Dermatomu	İnnerve Ettiği Kas	Hareket Zayıflığı	Etkilenen Tendon Refleks
C5	Kolun üst bölgesinin dışyan tarafının altı	M.deltoideus ve M.biceps brachii	Omuz abduksiyonu dirsek fleksiyonu	M.biceps brachii
C6	Önkolun dışyan tarafı	M.extensor carpi radialis longus ve brevis	El bileği ekstensor kasları	M.brachio-radialis
C7	Orta parmak	M.triceps brachii ve M.flexor carpi radialis	Dirseğin ekstansiyonu ve el bileğinin fleksiyonu	M. triceps brachii
C8	Önkolun içyan tarafı	M.flexor digitorum superficialis ve profundus	El parmakları fleksiyonu	Hiçbiri
L1	Kasık (inguinal)	M.iliopsoas	Kalça fleksiyonu	Kremaster
L2	Uyluğun ön tarafı	M.iliopsoas, M.sartorius, Kalça adduktor kasları	Kalça fleksiyonu kalça adduksiyonu	Kremaster
L3	Dizin içyan tarafı	M.iliopsoas, M.sartorius, M.quadriceps femoris, kalça adduktor kasları	Kalça fleksiyonu, diz ekstansiyonu, kalça adduksiyonu	Patellar
L4	Baldırın (bacağın) içyan tarafı	M.tibialis anterior, M.quadriceps femoris	Ayak inversiyonu diz ekstansiyonu	Patellar
L5	Bacak alt bölgesinin dışyan tarafı ve ayak sırtı	M.extensor hallucis longus, m.extensor digitorum longus	Ayak baş parmağı ekstansiyonu, ayak bileği dorsal fleksiyonu	Hiçbiri
S1	Ayağın dışyan kenarı	M.gastrocnemius, M.soleus	Ayak bileğinin plantar fleksiyonu	Ayak bileği
S2	Uyluğun arka bölümü	M.flexor digitorum longus, M.flexor hallucis longus	Ayak bileğinin plantar fleksiyonu, ayak başparmağı fleksiyonu	Hiçbiri



Şekil A-4 **A, B:** Servikal ve lumbal bölgelerdeki corpus vertebralis'lerin arkadan görünümü. Fıtıklaşmış nucleus pulposus (pembe renkli) ile spinal sinir kökleri arasında var olan ilişkilerin gösterilmesi. Yalnızca yedi servikal vertebra olmasına karşın, sekiz servikal spinal sinirin bulunmasına dikkat edin. Lumbal bölgede, örneğin medulla spinalis'ten çıkan L4 sinir kökleri dördüncü lumbal vertebranın pediküllerine yakın olarak dış yana doğru ilerler. Bu kökler, dördüncü ve beşinci lumbal vertebra arasında yer alan intervertebral disk ile ilişkili değildir. L5 motor sinir köküne bası, ayak bileği ekleminde plantar fleksiyon zayıflığına neden olur.

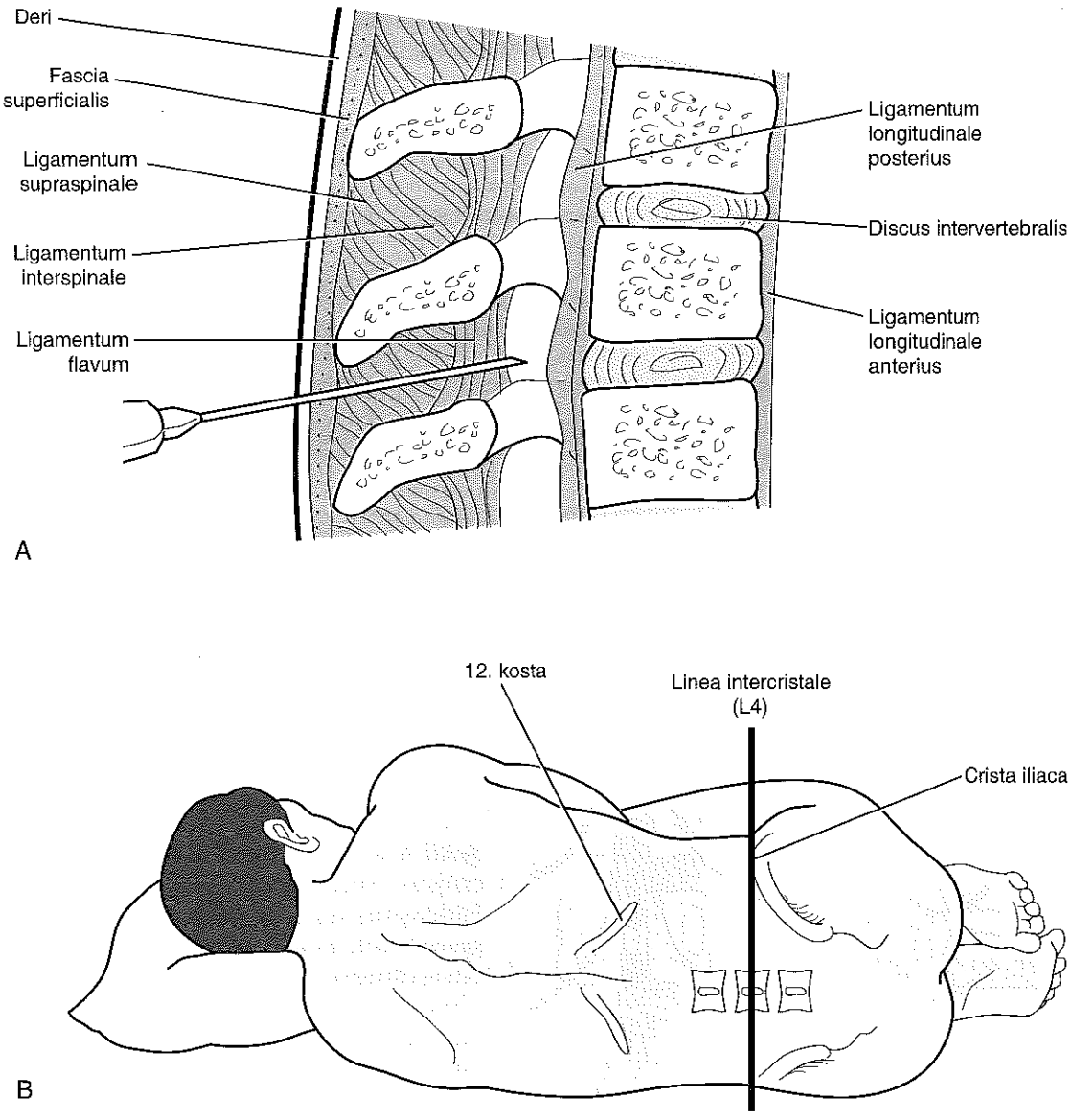
Spinal Ponksiyon Uygulaması İçin Yüzeyel Landmarklar

Spinal ponksiyon uygulanması için, hasta vücudunun yan tarafına doğru pron pozisyonunda (yüzü koyun yan tarafına yatma) yatırılır ya da dik pozisyonda oturtulur. Daha sonra, lumbal bölgede komşu laminalar arasındaki mesafeyi maksimum açacak şekilde gövde ileriye (öne) doğru iyice bükülür. Belin orta hattında torakal ve ilk dört lumbal vertebranın processus spinosus'larının uçları arasında bir oluk aşağıya (derine) doğru uzanır. Columna vertebralis'e fleksiyon yaptırıldığında, processus spinosus'lar daha belirgin duruma gelir. Crista iliaca'ların en üst seviyelerini birleştiren tasarılı bir çizgi, dördüncü lumbal vertebra'nın processus spinosus'unun üzerinden geçer. Lokal anestezi altında ve aseptik teknik kurallarına dikkat ederek, stylet ile donatılmış spinal ponksiyon iğnesi, dördüncü lumbal vertebra'nın processus spinosus'unun üzerinden veya altından canalis vertebralis içine sokulur.

Spinal Ponksiyon İğnesi ile Anatomik Yapıların Delinmesi

Spinal ponksiyon iğnesi ile subaraknoidal aralığa girmeden önce aşağıdaki yapılar geçilir (Şekil A-5).

1. Deri
2. Fascia superficialis



Şekil A-5 **A:** Dura mater'e ulaşmadan önce spinal ponksiyon iğnesi ile anatomik yapılar delinerek geçilir. **B:** Spinal ponksiyon uygulamasında anatomik landmarklar önemlidir. Genellikle bu işlem yan yatma pozisyonunda columna vertebralis'in tam fleksiyonu ile birlikte uygulanmasına karşın, hasta oturtularak ve gövdesi öne doğru iyice eğilerek de pozisyon verilebilir.

Tablo A-3 Serebrospinal Sıvının Fiziksel Özellikleri ve Bileşimi

Görünüşü	Berrak ve renksiz
Hacim	150 ml
Üretim oranı	0,5 ml/dk
Basınç (lumbal ponksiyon)	60 – 150 mm su basıncı (boylu boyunca yan olarak yatırılmış hastada)
Bileşimi	
Protein	15–45 mg/100 ml
Glukoz	50–85 mg/100 ml
Klorid	720–750 mg/100 ml
Hücre sayısı	0–3 lenfosit/mm^3

3. Ligamentum supraspinale
4. Ligamentum interspinale
5. Ligamentum flavum
6. Epidural aralıkta plexus venosus vertebralis internus'u içeren areolar doku
7. Dura mater
8. Arachnoidea mater

İğnenin geçmek zorunda olacağı **derinlik** 2,5 cm (çocuklarda daha az)'den 10 cm kadar (obez yetişkinlerde) değişiklik gösterebilir.

Yan yatma pozisyonunda serebrospinal sıvı **basıncı** normalde yaklaşık olarak 60 ile 150 mm su basıncı kadardır.

Serebrospinal sıvının fiziksel özellikleri ve bileşimi için Tablo A-3 'e bakınız.

İNDEKS

Çeviri: Dr. Turan PEŞTEMALCI
Dr. Zeki YILDIZ
Dr. Mehmet YILDIRIM

Sayfa numaralarından sonra yer alan "*ş*" şekilleri, "*t*" tabloları, "*RA*" renkli atlas resimlerini belirtmektedir.

Abdominal yüzeyel refleksler, 101
  columna vertebralis, 503–504
  duysal nöronlar, posterior bölgedeki substantia grisea, 503
  duysal yolların afferent nöronları, 502–503
  meninges, 503–504
  motor nöronlar, 502
Absolute refraktör periyot, 85
ACh. Bkn Asetilkolin
AChE. Bkn Asetilkolinesteraz
ACTH. Bkn Adrenokortikotrop hormon
Adamkiewicz arteri (Arteria medullaris), 482
Adenosin, 51
Adie tonik pupilla sendromu, 418
Adiposogenital distrofi sendromu, 271
Adrenalin, 402
Adrenerjik
  reseptörler, blokajı, 403
  sonlanmalar, 403
Adrenokortikotropik hormon, 389
Afazi
  etkileyici, 296
  global, 296
  receptif, 296
Afferent
  serebellar yollar, 240t
  sinir lifleri, 12, 180, 235, 240t, 319, 385, 386ş, 387, 387t, 398, 398ş
Agnozi, akustik verbal, 297
Agrafi, 296
Ağırlık merkezi çizgisi, 104ş
Ağrı
  akut, tedavi, 166
  algılanması, 145–147
  analjezi sistemi, 147
  appendikular, 419–420
  basınç, muayene, 115
  çıkan yolları, medulla spinalis, 144–147
  fast, 145
  gaster (mide), 419
  gating theory, 147
  kardiak, 419
  kordotomi, rahatlatmak için, 166–167
  kronik, 166
    tedavisi, 166
  medulla spinalis, 144–147, 146ş
  merkezi sinir sistemi, 147
  merkezi sinir sisteminde iletimi, 147
  merkezi sinir sistemine giden ileti yolları, 147
  muayene, 115
  rizotomi, rahatlatmak için, 166–167
  yavaş iletimi, 145
  somatik, 166
  tractus spinothalamicus lateralis, 144–145
  vesica biliaris (safra kesesi), 420, 420ş
  visseral, 166, 419–420, 420ş
  yansıyan, 166, 419–420, 420ş, 424ş
    alanları, 424ş
  yolları, 144–145, 146ş
Akciğerler, 410, 410ş
  otonom sinir innervasyonu, 410, 410ş
  otonom sinir sisteminin etkisi, 407t
Akinezi, Parkinson hastalığında, 323
Akomodasyon refleksi, 338–339, 339ş, 415
Aksiyon potansiyeli, 44, 84
Aksoaksonik sinaps, 49, 50ş
Aksodendritik sinaps, 49, 50ş
Aksolemma, 48, 84
Akson tepeciği, 35, 35ş, 41ş, 47
Akson, 2, 34, 35ş, 47
  merkezi sinir sisteminde, rejenerasyonu, 110
  periferik sinirlerde, rejenerasyonu, 108–110, 110ş
Aksonal
  dejenerasyon, 61
  geçiş, 48–49
    hastalığın yayılmasında, 61
  reaksiyon, yaralanmalarda, 61
Aksonotmesis, 111
Aksoplazma, 48
Aksosomatik sinaps, 49, 50ş
Akustik
  nöroma, 362
  verbal agnozi, 297
Albuterol, 403
Aleksia, 296
Alfa efferent lifler, medulla spinalis, 139
Alfa reseptörler, otonom sinir sistemi, 403
Alkolik nedenli başağrısı, 439
Alt ekstremite arterleri, otonom sinir innervasyonu, 414, 416ş
Altıncı servikal segment, medulla spinalis, 140ş, 476ş
Altıncı torasik segment, medulla spinalis, 140ş
Alveus, 446
  cerebellum, 266, 309ş
Alzheimer hastalığı, 273, 277, 277ş
Amigdaloid kompleks, yıkımı (harabiyeti), 312
Aminopiridinler, motor son plak iskelet kasları, etkisi, 116t
Amiyotrofik lateral skleroz (ALS), 171ş, 173
Amnezi, anterograd, 311
Analjezi sistemi, 147
Anatomik organizasyon, 143–144, 144ş, 153–154
Anemi, pernisiöz, 173–174
Anensefali, 514
Anestezikler, sinir iletimindeki etkisi, 114
Annulospiral sonlanmalar, 93
Anozmi, 358
Ansa lenticularis, 319
Anterior cord sendromu, 170, 171ş
Anterograd
  amnezi, 311
  transnöronal dejenerasyon, 111
  transport, 48
Anteroposterior vertebral arteriogram, 491ş
Antidiüretik fonksiyonlar, hipotalamik etki, 388
Antikolinesterazlar, 117
  neden olduğu hastalık, 419
Aortik ark refleksi, 415–416
Appendiküler ağrı, 419–420
Aqueductus
  blokajı, 219–220, 220ş
  cerebri, colliculus superior, 11ş
  cerebri (Sylvius kanalı), 4, 5, 10ş, 201, 446, 448–449ş, 450
  mesencephalon, 3RA, 8RA, 10ş
Arachnoidea mater, 2, 4, 429ş, 433–435ş, 435
Arbor vitae, 231, 235
Area
  postrema, 456
  precentralis, lobus frontalis, 289
  preoptica, 257, 383
  vestibuli, 206
Argyll Robertson pupillası, 418
Arnold-Chiari fenomeni, 217, 217ş, 514
Arteria (-e)
  palatina ascendens, 486ş
  angularis, 486ş
  articularis posterior, 486ş
  basalis, 490ş
  basilaris, 476–477
    dalları, 477, 477ş, 478ş
    koroidal dalları, 268
    oluğu, 6RA
  carotis communis, 476ş, 486ş, 488ş
    bifürkasyonu, 486ş
  carotis externa, 476ş, 486ş, 488ş
  carotis interna, 432, 434, 475, 476ş, 486ş, 488ş
    boyunda, 486ş, 488ş
    dextra, 477ş
    oklüzyonu (tıkanması), 483
    serebral bölümü, dalları, 475, 476ş
    sinistra, 477ş
  carotis, 476ş
    bifurkasyonu, 488ş
  cerebri (Beyin arterleri), 475–479
  cerebri interna, 488ş
  cerebri media, 475, 486ş
    oklüzyonu (tıkanması), 483
  choroidea, 475, 488ş
  communicans
    anterior, 475
    posterior, 475, 490ş
  facialis, 486ş

femoralis, kateteri, 492ş
inferior anterior cerebelli, 477, 492ş
inferior posterior cerebelli, 477ş, 490ş, 492ş
labyrinthi, 477
lingualis, 486ş
maxillaris, 432, 486ş, 488ş
medullaris (Adamkiewicz arteri), 482
meningea media, 432, 488ş
parietalis posterior, 486ş, 488ş
pericallosa, 486ş, 488ş
pharyngea ascendens, 432
polaris frontalis, 486ş
pontis, 477, 492ş
subclavia, 476ş
superior cerebelli, 477, 490ş, 492ş
temporalis posterior, 486ş, 488ş, 490ş, 492ş
temporalis superficialis, 486ş
thyroidea superior, 486ş
vertebralis, 432, 475–476, 476ş, 492ş
dalları, 476, 477ş, 489ş, 490ş
Arteriel
duvar hastalıkları, 484
hastalıklarda sempatektomi, 419
lumen blokajı, neden olduğu hastalıklar, 484
Asetilkolin, 51, 52, 52ş, 52t, 62, 397, 401
muskarinik, 52t
nikotinik, 52t
otonom sinir sinaps yerinde, 401ş
presinaptik sonlanma yerinde, 402ş
reseptörleri, 401
salınımı (serbestleşmesi), 52ş
Asetilkolinesteraz, 51, 52ş, 52t, 53, 96ş, 98, 402
Assosiasyon korteksi, 294–295
Astereognosis, 294
Astrosit, 53–54, 55–56ş
fonksiyonları, 53–54
protoplasmik, 56ş
Astrositomalar, 62
Astrositozis, yaralanmalara tepki olarak, 62
Aşil tendon refleksi, S1, S2, 101
Ataksi, 244
Aterosklerotik parkinsonizm, 324
Atetozis, 119, 169, 325
Atlas
arcus posterior, 409ş
processus transversus, 492ş
Atonik mesane, 418
Atrofi, 168
Atropin
kan-beyin seddi, 467
nöromuskuler bileşekte etkisi, 117
Auerbach pleksusu (Plexus mesentericus), otonom sinir innervasyonu, 400, 411
Ayak bileği refleksi. Bkn Aşil tendon refleksi, S1, S2

Babinski belirtisi, 168
Baillarger
bantları, 285, 286
eksternal bandı, cortex cerebri, 286
internal bantları, cortex cerebri, 286, 288ş
Bainbridge sağ atrial refleks, 416, 420ş
Bakteriyel toksinler, 117
Band fiber, 108
Barr cisimciği, 35
Basınç ağrısı, muayenesi, 115
Basınç ileti yolları, 147–149
Basis pedunculi, 155, 332
Basket hücreleri, 231, 234ş
Baş (caput)
duysal sinir innervasyonu, 345ş
Baş ağrısı, 439
alkolik, 439
diş hastalığı, 439
göz hastalığı, 439
meningeal, 439
migren, 439
paranasal sinus hastalığı, 439
serebral tümörler, 439
Baş yaralanmaları, 20–23
beynin aşırı hareketleri, 439
Bazal ganglionlar, 263–264, 317–326
Bazal plaklar, 199
Bebek, intrakranial hemoraji (kanama), 439
Becerili istemli hareketler, kaybı, 167
Bell paralizisi, 361–362
Benedikt sendromu, 220, 220ş
Benign fibroma, 114
Benzoquinonium, motor son plak iskelet kasları, etkisi, 116t, 117
Besin alınımı, hipotalamik regülasyon (düzenlenme), 391
Beşinci servikal segment, medulla spinalis, 141ş
Beta reseptörler, otonom sinir sistemi, 403
Betz hücreleri, 285
Beyin, 4–10, 5ş, 7–8ş
alttan görünüm, 1RA, 6RA, 9ş
arkadan görünüm, 2RA
arterleri (arteriae cerebri), 475–479
cerebellum, 4, 8–11ş
cerebrum, 5, 10
CT taraması, 25ş
diencephalon, 5, 10ş
fetal, 6ş
gelişimi, 504–512
cerebellum, 506–507
cortex cerebri, 512
diencephalon, 509
hemispherium cerebelli, 509, 511
kommissuralar, 512
medulla oblongata, 506
mesencephalon, 507, 509
miyelinizasyon, merkezi sinir sisteminde, 512
pons, 506
primer (temel) bölümleri, 505t
prosencephalon, 509
telencephalon, fate, 509
hasarı, 297
içyandan görünümü, sağ taraf, 3RA
kafatası içi, dışyandan görünümü, 8ş
kapillerleri, 481
koruyucu örtüleri (katmanları), 5ş
kumu, 256
lobus frontalis, 260
medulla oblongata, 4, 9ş
meninges, 428–440
merkezi bölümü, 6RA
mesencephalon, 3ş, 5, 10ş
MR, 26ş
oblik koronal kesit, 5RA
önden görünümü, 2RA
plexus choroideus, 252
pons, 4, 9ş
pozitron emisyon tomografi (PET), 27ş
rhombencephalon, 4
sagittal median kesit, 10ş
sağ dışyandan görünümü, 3RA
sağ dışyandan görünümü, 9ş
sağ içyandan görünümü, 3RA
sağ taraf, sagittal median kesit, 8RA
sapı (truncus cerebri), 4, 196–229
aqueductus cerebri blokajı, 219–220, 220ş
arkadan görünüm, 7RA
Arnold-Chiari fenomeni, 217, 217ş
Benedikt sendromu, 220, 220ş
colliculus inferior, medulla spinalis seviyesinde transvers kesit, 211–212, 213ş, 214ş, 215t
colliculus superior, transvers kesit, 212–216
decussatio pyramidum seviyesi, 199, 200, 201ş, 202ş
hemoraji (kanama), ponsda, 218–219
lateral medullar sendrom, Wallenberg sendromu, 217–218, 218ş
medulla oblongata
fossa cranii, basınç artışı, 217
genel görünümü, 197–198, 197ş, 198ş
klinik önemi, 217–218
lateral medullar sendrom, Wallenberg sendromu, 218, 219ş
medial medullar sendrom, 218, 219ş
vasküler hastalıklar, 217–218
medullar Wallenberg sendromu, 218, 219ş
merkezindeki substantia grisea, 203ş, 204–205, 204ş
mesencephalon
Benedikt sendromu, 220, 220ş
colliculus inferior seviyesi, transvers kesit, 211–212, 213ş, 214ş, 215t
colliculus superior seviyesi, transvers kesit, 212–216
genel görünümü, 210, 211–215ş
iç yapısı, 210–216
klinik önemi, 219–220
travması, 219
vasküler lezyonları, 220
Weber sendromu, 220, 220ş
mesencephalon travması, 219
nuclei vestibulocochleares, 203ş, 204, 204ş
nucleus ambiguus, 203ş, 204, 205ş
nucleus olivaris kompleksi, 203ş, 204, 204ş
oliva, beyin sapı seviyesinde, 200, 203ş, 204, 204ş
pons
genel görünümü, 206, 206ş, 207ş
iç yapısı, 208–210, 208t
infarktüsleri, 219
klinik önemi, 218–219
kraniat bölümü, transvers kesit, 208–210, 209–210ş
tümörleri, 218
pons hemorajisi (kanaması), 218–219
pons'un alt seviyesinde, 206
sagittal kesit, 11ş
Wallenberg sendromu, 217–218, 218ş
Weber sendromu, 220, 220ş
serebral dolaşım, 481, 481ş
tela choroidea, ventriculus tertius (III), 252
travma, kan-beyin seddi, 467
üstten görünümü, 1RA
venler, 479–480, 480ş
ventriculus lateralis, 253ş
ventriculus tertius (III), tavanı, 252
ventriküler kaviteler, 448–449ş
yapısı, 10
yaralanmaları, 17, 21–23, 22ş
Beynin kanlanması
arterleri, 475–479
kapillerleri, 481
serebral dolaşım (sirkülasyon), 481, 481ş
venleri, 482
Bilateral anozmi, 358
Bilgisayarlı Tomografi (CT), 24, 25ş, 174, 174ş
columna vertebralis, 174, 174ş
encephalon (beyin), 25ş
hemoraji (kanama), 439, 440ş
sinir sistemi, 24, 25ş
Bilinçli kas eklem duyusu, 149

Bilinçlilik, 297–298
Binokular vizyon, 337, 337ş
Biolojik saatler, formatio reticularis etkisi, 307
Bipolar nöron, 34, 36ş, 38t
Birinci lumbal vertebra, alt sınırı, 137
Bitemporal hemianopsi, 358
Botulinum toksini
  motor son plak
    iskelet kasları, etkisi, 116t
  neden olduğu hastalık, 419
Boyun
  arteria carotis interna, 476ş, 486ş, 488ş
  duysal innervasyonu, 345ş
Böbrek (ren), 412, 412ş
  otonom sinir innervasyonu, 412, 412ş
  otonom sinir sisteminin etkisi, 407t
Bradikinezi, Parkinson hastalığında, 323
Bradikinin, 146
Branchiomotor çekirdekleri, 332
Broca alanı, 296
Brown-Sequard sendromu, 171–172, 171ş, 172ş
Bulbus
  oculi (göz küresi), 435ş
  olfactorius, 9ş, 429ş
  superior venae jugularis, 434
Burr deliği, 521–522
  endikasyonları, 521
  epidural hematom için, 522
  klinik nöroanatomik değerlendirmeler, 521–522
  subdural hematom için, 522
  temporal, yüzeyel landmarklar, 521
Büyüme hormonu-releasing hormon, 390t
Büyüme hormonu, 389, 390t

Callosomarginal trunk, 486ş
Canalis
  analis
    isternsiz iç anal sfinkter, 412, 413ş
    otonom sinir innervasyonu, 412, 413ş
  centralis
    medulla spinalis, 4, 8RA, 8ş, 10–11ş, 138, 138ş, 139, 140–141ş, 141
    truncus encephali, 197, 198ş
  nervi pterygoidei, 409
  vertebralis, 2, 137
    subaraknoid aralığın blokajı, 467
Cartilago thyroidea, 476ş
Cauda equina, 12, 436ş
Cavitas nasi, 26ş
Cavum trigeminale (Meckel kavitesi), 344
Central cord sendromu, 166ş, 170–171, 171ş
Cerebellum, 1RA, 4, 5RA, 8–11ş, 231–250
  cortex cerebri, 271
  cortex, 10–11ş
  dentothalamik yol, serebellar efferent sinir lifleri, 241–242
  fastigial retikular yol, serebellar efferent sinir lifleri, 241ş, 242, 242t
  fastigial vestibular yol, serebellar efferent sinir lifleri, 241, 241ş
  flocculus, 9ş
  fonksiyonları,236ş, 242–243, 243ş
  genel görünümü, 231, 232–233ş
  globosa-emboliform-rubral yol, serebellar efferent sinir lifleri, 241, 241ş
  granular tabaka, 231, 233, 234ş
  hastalıkları, 245
  hipotoni, 243
  intrasellular çekirdek mekanizmaları, 236–237
  intraserebellar nukleuslar, 233, 235, 235ş
  kas eklem duyu yolları, 149–152, 152t
  kortikal mekanizmalar, 236–237, 236ş
  lobulus centralis cerebelli, 7RA
  lobus anterior, 231
  medulla spinalis'den gelen afferent lifler, 240
  moleküler tabaka, 231
  nervus vestibularis, serebellar afferent lifler, 239ş, 240
  postural değişiklikler, 243–244
  Purkinje hücre tabakası, cortex cerebelli, 231, 234ş
  sagittal kesit, 11ş
  substantia alba, 235–236
  tractus spinocerebellaris
    anterior, 239, 239ş
    posterior, 239–240, 239ş
  vermis, 8RA
  yapısı, 231–236
Cerebrum, 5, 10
  hemispherium cerebelli
    alt yüzü, 259ş, 261–262, 261ş, 263ş
    Alzheimer hastalığı, 273, 277, 277ş
    assosiasyon lifleri, 259ş, 266, 268, 270ş
    capsula interna, lezyonları, 273
    claustrum, 264
    corpus striatum, 263–264, 264ş, 266ş, 269ş
    genel görünümü, 257–258, 258ş
    iç yapısı, 262–270
    içyan yüzü, 259ş, 261–262, 261ş, 263ş
    komissural lifleri, 259ş, 265–266, 267ş
    loblan, 260–262
    nuclei basales, 263–264, 273
    nucleus amygdalae, 265, 266ş
    projeksiyon lifleri, 264ş, 268
    septum pellucidum, 259ş, 264ş, 268
    substantia alba, 265–268
    sulcus cerebri, 258–259, 259–261ş
    tela choroidea, 268
    üst-dışyan yüzü, 259ş, 260–261, 261–262ş
    ventriculus lateralis, 263, 264ş, 265ş, 271, 273
  komissuralar, 273
  nucleus lentiformis, 5RA
  ramus ascendens, 258
  ramus, posterior, 258, 259ş, 261ş
Chiasma opticum, 1RA, 3RA, 6RA, 8RA, 9–10ş, 252, 257, 354ş, 376
Chorda tympani, 409
Ciliae olfactorii, 336
Cingulum, 259ş, 266
Circulus arteriosus cerebri (Willis poligonu), 475, 477ş, 478, 481ş
Cisterna
  cerebellomedullaris, 435, 457
  interpeduncularis, 435, 457
  interpeduncularis, 457
  pontis, 457
  subarachnoidea, 435
Clark kolonu, 140, 149
Claudicatio intermittent, 419
Claustrum, 4RA, 5RA, 264, 264ş, 318ş, 319
Clitoris, ereksiyonu, 413, 414ş
  otonom sinir innervasyonu, 413, 414ş
Colliculus
  facialis, 7RA, 207ş, 208, 344, 455
  inferior, 11ş, 211, 213ş, 214ş
    medulla spinalis seviyesinde, 211–212, 213ş, 214ş, 215t
  superior, 158, 211, 212, 213ş, 215ş, 215t, 216ş
    cistern superior to, 25ş
    transvers kesit, 212–216
Colon descendens, otonom sinir innervasyonu, 411, 411ş

Columna (-e)
  grisea, medulla spinalis
    anterior, 4, 8ş, 138, 139
      sinir hücre grupları, 139, 140–142ş
    lumbosakral çekirdekleri, 139
    nucleus accessorius, 139
    posterior, 4, 8ş, 138, 139–140
      sinir hücre grupları, 139–141, 140–142ş
    sinir hücreleri, 139t
  lateralis grisea, medulla spinalis, 138
    sinir hücre grupları, 140ş, 141, 142ş
  lateralis substantia alba, 4, 8ş, 143
  medulla spinalis
    anterior, 4, 8ş, 143
    posterior, 4, 8ş, 143, 149, 150ş, 151t
  vertebralis
    CT, 174, 174ş
    MRI, 174, 175ş
    radiografik görüntüleri, 174
    sagittal kesit, 6ş
Commissura,
  grisea, medulla spinalis, 4, 8ş, 138, 141
    anterior, 142
    posterior, 141
  habenularum, 254ş, 255–256
Confluens sinuum, 431ş, 433, 434
Congential anomaliler, 512–515
Consensual ışık refleksi, 338, 338ş, 415
Contrecoup hasarlanmaları, 22
Conus medullaris, 2, 137
Corona radiata, 11–12ş, 149, 155, 332
  cerebrum, 10, 11ş, 268, 270ş
Corpus
  callosum, 3RA–5RA, 8RA, 5, 9–10ş, 24ş, 251, 257, 265, 446
    genu corporis callosi, 5RA, 8RA, 10ş, 25–26ş, 446
    radiatio corporis callosi, 265, 267ş
    rostrum corporis callosi, 8RA, 265
    splenium corporis callosi, 8RA
  geniculatum laterale, 252, 336
    nöronlar, 337
  geniculatum mediale, 210, 350
  mamillare, 4RA, 6RA, 8RA, 9–10ş, 252, 254ş, 257
  pineale, 8RA, 10ş, 257
    kalsifiye olması, 25ş
  striatum, 263–264, 264ş, 266ş, 269ş, 317, 318ş
    afferent sinir lifleri, 319
    bağlantıları, 319
    beyin sapı striatal lifler, 319, 320ş, 321ş
    efferent sinir lifleri, 319
    kortikostriat lifler, 319, 320ş, 321ş
    nigrostriat lifler, 319, 320ş, 321ş
    nucleus caudatus, 317, 318ş
    nucleus lentiformis, 317, 318ş
    striatonigral lifler, 319, 320ş, 321ş
    striatopallidal lifler, 319, 320ş, 321ş
    talamostriat lifler, 319, 320ş
  trapezoideum, 349ş, 350
    pons, 210
  vertebrae, 5ş
Cortex
  cerebelli
    dominant gyrus angularis, 296
    duysalal (duysal) konuşma, 296
    duysalal (duysal) korteks, 297
    epilepsi, 298
    fonsiyonel alanlar, 233, 235ş
    frontal görme alanı, 296
    frontal lobektomi, 297
    frontal lökotomi, 297
    granular tabaka, 231, 233, 234ş
    kalıcı vejetatif durum, 298
    kas spastisitesi, 296

kortikal yapısındaki varyasyonlar, 287, 288ş
lezyonları, 296–297
medulla spinalis duysal sinir sonlanmaları, 144ş
mekanizmaları, 287–288, 287ş
moleküler tabaka, 231
motor konuşma, 296
motor korteks, 296
prefrontal korteks, 296
primer görme alanı, 297
primer işitme alanı, 297
sekonder görme alanı, 297
sekonder işitme alanı, 297
sinir hücreleri, 285, 286ş
sinir lifleri, 285, 287ş, 288ş
sol hemispherium cerebelli, 301ş, 302ş
somatik assosiasyon alanı, 297
şizofreni, 296
tabakaları, 285–287, 286–288ş
uyku, 298
yapısı, 231–233, 232ş
yapısı, 285–287
cerebellum, 4, 231
cerebri lezyonları, 296
cerebri, 271, 285–303
anatomik bağlantıları, 289t
assosiasyon korteks, 294–295
beyin hasarı, 297
bilinçlilik, 297–298
Broca alanı, 296
kortikal alanlar, 288–295, 289t
lobus frontalis, 289–291, 290ş, 291ş
lobus occipitalis, 290ş, 292
lobus parietalis, 290ş, 291–292
lobus temporalis, 290ş, 292–293, 293ş, 294ş
serebral dominantlık, 295, 295ş, 297
serebral kortikal potansiyeller, 297
Wernicke alanı, 296
cerebrum, 10
suprarenalis, otonom sinir sisteminin etkisi, 407t
Craniosacral outflow, 399–400, 405, 499ş
Cranium, 21
beyin, dışyandan görünümü, 8ş
genç çocuk, 21
kırıkları, 21
yer kaplayan lezyonlar, 23–24, 24ş
CRH. Bkn Kortikotropin-releasing hormon
Crista neuralis, gelişimi, 15ş, 16
Crus cerebri, 6RA, 11–12ş, 210, 212, 216
mesencephalon, 5RA
pedunculi cerebri, 11ş
CT (Bilgisayarlı Tomografi), 24, 25ş, 174, 174ş
columna vertebralis, 174, 174ş
encephalon (beyin), 25ş
hemoraji (kanama), 439, 440ş
sinir sistemi, 24, 25ş
Culmen, 7RA
Cuneatus, 149
Cuneus, 3RA, 10ş, 259ş, 261ş, 262

Çapraz ekstensor refleks, 163, 164ş
Çapraz homonim hemianopsi, 297
Çekirdek (nucleus), 4, 34–35, 37–40ş, 44ş
Çevresel görme kaybı, 358, 359ş
Çıkan lifler, cortex cerebelli, 236

D-tubokurarin, 99, 116t, 117
Damak, 26ş
Davranışlarda hipotalamus etkisi, 391
Declive, 7RA
Decussationes pyramidum, 199–200, 201ş, 202ş
Defekasyon, medulla spinalis yaralanmaları sonrası, 418
Dejenerasyon reaksiyonu, 111
Dekametoniyum, motor son plak iskelet kasları, etkisi, 117
Dendrit, 34, 35ş, 47
Dendritik çıkıntılar, 47, 231, 285
Dense bodies, 39ş
Dentotalamik yollar, 241–242
serebellar efferent yollar, 241–242
Deri (cutis)
otonom sinir sisteminin etkisi, 407t
segmental innervasyonu, 100, 101–102ş
serbest sinir sonlanmaları, 86, 87ş
reseptör fonksiyonları, 91
Derin kas refleksleri, exaggerated, 168
Dermatom, 100, 118
Deserebral rijitide, 164
Diabetes insipidus, hipotalamus etkisi, 392
Diabetes mellitus, 417
Diaphragma sellae, 257, 428, 431ş
Diencephalon, 5, 252–257, 253–255ş
temel özellikleri, 252, 253ş, 254ş
Diisopropil fosforofluoridat, 62
Dimetiltubokurarin, motor son plak iskelet kasları, etkisi, 116t, 117
Dinein, 42
Dipleji, 168
Diploik venler (Venae diploicae), 429ş, 433
Direk ışık refleksi, 338, 338ş, 415
Disartri, 245
Discus intervertebralis
herniasyon (fıtıklaşma), 17, 19ş
Discus opticus, 336, 359
Disdiadokokinezi, 244
Distoni, 169
Diş hastalığı, başağrısına yol açan, 439
Dişli çark, Parkinson hastalığı, 323
Diz eklemi refleksi. Bkn Patellar tendon refleksi, L2, L3, L4
Dokunma duyusu kubbeleri (parmak), 89
Dokunma duyusu lokalizasyonu, muayenesi, 115
Dominant gyrus angularis, 296
Dopamin, 51, 52
Dördüncü kranial sinir (Nervus trochlearis – CN IV), 434
Dördüncü lumbal segment, medulla spinalis, 142ş
Ductus biliaris, otonom sinir innervasyonu, 411–412
Dura mater, 2, 4, 137, 428, 429–433ş, 432–435, 436–437, 436–438ş
endosteal tabaka, 5ş
meningeal tabaka, 5ş, 434ş
Duysal
algılama, anormallikleri, 118
ganglionlar, 7ş, 13, 16, 81, 82ş, 83
konuşma, 296
cortex cerebri, 296
lobus temporalis, 290ş, 293
korteks, 297
kökler (Radix sensoria), nervi spinales, 4, 7–8ş, 137
lifler, nervi spinales, 12, 81
modaliteler, muayenesi, 115–116
stimuluslar (uyarılar), impulsların sinirlerde iletimi, 91–92
Düz kaslar
effektör sonlanmalar, 99–100, 99ş
nöromuskuler bileşekler, 99–100, 99ş
effektör sonlanmalar, 99–100, 99ş
ilaçların etkisi, 117–118
Edinger-Westphal çekirdeği, 332, 338
Effektör sonlanmalar, 95–100
düz kaslar, nöromuskuler bileşekler, 99–100, 99ş
iskelet kasları innervasyonu, 95
motor ünite, 95, 95ş
iskelet kasları, nöromuskuler bileşekler, 95–99, 96–98ş
kalp kası, nöromuskuler bileşekler, 100
salgı bezlerinin sekretuar hücreleri, sinir sonlanmaları, 100, 100ş
Efferent sinir lifleri, 12, 80, 235, 240–242, 242t, 319–320, 387–388, 387t, 388ş, 397–398, 398ş, 399–400, 399ş
Ejakulasyon, 413–414, 414ş
medulla spinalis yaralanmaları sonrası, 418–419
otonom sinir innervasyonu, 413–414, 414ş
otonom sinir sisteminin etkileri, 407t
Eklem reseptörleri, 92
Eklemler, pasif hareketleri muayene, 116
Eksositoz, 98
Ekstansiyon, paraplejide, 164
Eksternal oftalmopleji, 360
Ekstradural hemoraji (kanama), 22ş, 23
Ekstrafusal lifler, 93
Ekstraokuler kaslar (musculi externi bulbi oculi), muayenesi, 360
Ekstrasellüler aralık, 59
Ektoderm, 14
Elektriksel sinapslar, nöron, 53
Elektroensefalografi (EEG), 297
Elektrokortikografi, 297
Elektromagnetik reseptörler, 86
Elemlerin pasif hareketleri, muayenesi, 116
Embriyonik kök hücreleri, nörolojik hastalıklar, 514–515
Eminentia medialis fossae rhomboideae, 7RA
Eminentia mediana, cerebellum, 257
Emisser venler (Venae emissariae), 432
Emosyon, hipotalamus etkisi, 391
End-organ atrofisi, 111
End-plate potansiyal, 98
Endokrine sinir sistem kontrolü, 307, 390–391, 390t
Endonöral aralıklar (boşluklar), periferik sinirler, 114
Endonörium, 80
Endoplasmik retikulum, 39ş
Endorfinler, 147
Endosteal tabaka, dura mater, 5ş
Enine medulla spinalis kesisi sendromu, 170, 171ş
Enkefalinler, 51, 147
Ensefalografi, 466
Enterik sinir sistemi, 404
Entoderm, 14
Ependimal hücreler, 55t, 58–59, 60ş, 142, 446
fonksiyonları,58–59
Ependimomalar, 467
Ependimositler, 55t, 58
Epidural hemoraji (kanama), 22ş, 23, 439, 440ş
Epilepsi, 296, 298
Epinefrin, 51
Epinörium, 81, 81ş
Epitalamus, 255–256
Erektil doku
medulla spinalis yaralanmaları sonrası, 418–419
otonom sinir innervasyonu, 407t, 413
Erkek üreme organları (organa genitalia masculina), otonom sinir innervasyonu, 414ş
Etkileyici afazi, 296
Exaggerated derin kas refleksleri, 168

Facial çekirdeği (nucleus), 208
Falx cerebri, 257, 428, 429–431ş
  cerebrum, 10
Fantom ekstremite, 116
Faringeal refleks, 362
Fasciculus
  arcuatus, lobus temporalis, 293
  cuneatus, 149, 150ş, 151t, 165–166, 200
  frontooccipitalis, 268
  lenticularis, 319
  longitudinalis medialis, 158, 205, 208, 212, 340
  uncinatus, cerebellum, 266
Fasikulasyon, kas, 119
Fastigial
  retikular yollar, 241ş, 242, 242t
  vestibular yollar, 241ş, 242
Fenilbutazon, kan-beyin seddi, 467
Fenilefrin, 403
Fenoksibenzamin, 403
  nöromuskuler bileşekte etkisi, 118
Fenotiazinler, 62
Feokromositoma, nöron, 61
Fibrae arcuate
  externae
    anteriores, 197, 205
    posteriores, 149
  internae, medulla spinalis, 149
Fibroma, benign, 114
Fibroz astrositler, 53, 55ş, 55t
Filum terminale, 2, 12, 14ş, 137
Fimbria, 266
First-order nöron, 143, 154, 332, 335
Fissura
  horizontalis cerebelli, 2RA
  longitudinalis cerebri, 1RA–2RA, 6RA, 10ş, 257, 258ş
  mediana anterior medullae spinalis, 137
Fiziksel şok, 484
Fizostigmin, 117
  motor son plak
    iskelet kasları, etkisi, 116t
Fizyolojik refleksler, otonom sinir sisteminin içerdiği, 415–416
Flassid paralizi, 168
Fleksiyon, paraplejide, 164
Flocculus, 7RA
Flower spray sonlanmalar, 93
Folik asid, nöral defect prevention with, 514
Folliculus (-i) pili (kıl folliküleri)
  çevresindeki sinir sonlanmaları, 89ş
  reseptörler, 89, 89ş, 90ş, 115t
Follikül-stimulan hormone (FSH), 389, 391
Foramen
  interventriculare, 5, 8RA, 10, 257, 446
  intervertebrale, hastalığı, 17, 18ş
  magnum, 431ş, 476ş, 492ş
  spinosum, 432
Forceps major, corpus callosum, 265
Forceps minor, corpus callosum, 265, 267ş
Formatio reticularis, 157, 205, 216, 305–307, 312
  afferent projeksiyon lifleri, 305, 306ş
  biyolojik saatler, etkisi, 307
  columna lateralis, 305
  columna medialis, 305
  columna mediana, 305
  düzenlenmesi, 305, 306ş
  efferent projeksiyon lifleri, 305
  endokrin sinir sistemi kontrolü, 307
  fonksiyonları,305, 307
  iskelet kaslarının kontrolü, 305, 307
  otonom sinir sistemi kontrolü, 307
  retikular aktivasyon sistemi, 307
  somatik duyu kontrolü, 307
  visseral duyu kontrolü, 307
Fornix, 3RA–5RA, 8RA, 10ş, 26ş
  columna anterior, 8RA, 25ş, 257
Fossa
  interpeduncularis, 6RA, 210, 340
  pterygopalatina, artera maxillaris, 488ş
Fötus, kan-beyin seddi, 467
Frey sendromu, 418
Frontal
  görme alanı
    cortex cerebri, 296
    lobus frontalis, 290ş, 291
  lobektomi, 297
  lökotomi, 297
Frontopontin lifler, 11–12ş
FSH. Bkn Follikül-stimulan hormon
Fundus oculi (retina), muayenesi, 359–360
Fusiform hücreler, 285

GABA. Bkn Gamma-aminobutirik asid
Gallamin, motor son plak
  iskelet kasları, etkisi, 116t, 117
Gamma efferentler, medulla spinalis, 139
Gamma-aminobutirik asid, 51
Ganglion (-a), 10, 13–14, 337, 351, 397
  autonomicum, 14, 16, 83, 83ş, 400, 401ş
  basal, 263–264, 317–326
  bloke edici ilaçlar, 402
  cervicale, sempatik, 340
  ciliare, 338, 408, 415
  duysal, 7ş, 13, 16, 81, 82ş, 83
  geniculatum, 347
  impar, 399
  mesentericum, 411
  oticum, 399ş, 400
  paravertebrale, 397
  pterygopalatinum, 408
  semilunare, 342, 343ş
  spirale cochleae, 350, 350ş
  stimule edici ilaçlar, 402
  submandibulare, 409
  sympathicum, 5ş
  trigeminale, 342, 343ş, 344, 431ş
  vestibulare, 348
Ganglionöroma, nöron, 61
Gaster/ventriculus (mide)
  ağrısı, 419
  otonom sinir innervasyonu, 410–411, 411ş
Genel visseral motor çekirdekler, 332
Gennari striası (Stria occipitalis), 285
Gerilme refleksi, 93–94
GH. Bkn Büyüme hormonu
GHRH. Bkn Büyüme hormonu-releasing hormon
Glandula (-e)
  lacrimalis
    otonom sinir innervasyonu, 408–409, 409ş
  parotidea, 351, 352ş
  parotidea, otonom sinir innervasyonu, 409, 409ş
  pinealis (corpus pineale, epifiz), 254ş, 256, 256ş, 271
    fonksiyonlan,256
  pituitaria, kromofob adenoma, 271
  sublingualis ve glandula submandibularis'in ortak otonom sinir innervasyonu, 408ş, 409
  sublingualis, otonom sinir innervasyonu, 409
  submandibularis, otonom sinir innervasyonu, 409
  suprarenalis
    medulla
      otonom sinir innervasyonu, 412, 412ş
  salivaria, 409
    otonom sinir innervasyonu, 408ş, 409
Glandular sekretuar hücreler, sinir sonlanmaları, 100, 100ş
Glial hücreler, 256
Glial limiting membranes, 53
Glikokaliks, 42
Glioblastomalar, 62
Gliomalar, 62
Gliosis, yaralanmalara tepki olarak, 62
Gliotik skar, yaralanmalara tepki olarak, 62
Glisin, 51
Global afazi, 296
Globosus-emboliform-rubral yollar, 241, 241ş
  serebellar efferent sinir lifleri, 241, 241ş
Globus pallidus, 5RA, 319–320, 322, 322ş
  afferent sinir lifleri, 319
  bağlantıları, 319–320
  efferent sinir lifleri, 319–320
  pallidofugal lifler, 319–320
  striatopallidal lifler, 319, 321ş
Glutamat, 147, 237
Golgi
  kompleksi, 38, 39–40ş, 44t
  tendon organları, 94, 94ş
  tip I nöronlar, 34, 37ş, 38t
  tip II nöronlar, 34, 36–37ş
Görme
  alanı, 358
    defektleri (bozuklukları), optik yolların lezyonları ile, 358
  ile ilgili gövde refleksi, 339ş, 340
  kaybı (körlük)
    çevresel, 358, 359ş
    tek gözün, 358, 359ş
  keskinliği, 358
  korteksi (lobus occipitalis), 336
    primer, 297
    sekonder, 297
  refleksi, 338–340, 338ş, 415
    otonom sinir innervasyonu, 415
  yolları, 337ş, 338ş
    lezyonları sonucu görme alanı defektleri (bozuklukları), 359ş
  yolları, lezyonları, 358
Göz
  hasalıkları, başağrısı, 439
  küresi (Bulbus oculi), 435ş
  küresi hareketleri
    bozuklukları, 245
  otonom sinir innervasyonu, 407t
Granular
  hücreler, 336
  Purkinje hücre tabakası, cerebellum, 231, 234ş
  tabaka, cerebellum, 231, 233, 234ş
Granulationes arachnoideae, 435, 436ş
Guanidine hidroklorid, motor son plak
  iskelet kasları, etkisi, 116t
Gyrus (-i), 10
  angularis, dominant
    cortex cerebralis, 296
  cinguli, 3RA, 8RA, 10ş
    hemispherium cerebelli, 261
  frontalis inferior, 3RA, 9ş, 260
  frontalis medius, 3RA, 9ş
  frontalis superior, 2RA–3RA, 9ş, 260
  lingualis, hemispherium cerebelli, 262
  occipitotemporalis medialis, hemispherium cerebri, 262
  occipitotemporalis, hemispherium cerebri, 262

orbitalis, hemispherium cerebri, 262
parahippocampalis, 307
hemispherium cerebri, 262
postcentralis, 1RA, 3RA, 9ş
precentralis, 1RA, 3RA, 9ş
rectus, 6RA, 262
temporalis
inferior, 3RA, 9ş, 260
medius, 3RA, 9ş
superior, 3RA, 9ş
cerebellum, 260

Hafıza, afferent duysal uyarılar, 3ş
Hasarlanma sonrası merkezi sinir sistemi fonksiyonlarının iyileşmesi, 114–115
Heksametonyum, 62, 402
Hemianopsi
bitemporal, 358, 359ş
homonim, kontralateral, 358, 358ş
nasal, 358, 359ş
Hemiballismus, 169
Hemipleji, 168
Hemispherium
lobları, 260–262
sendromu, 245
cerebelli, 7RA, 9ş, 11ş, 231
sağ, 3RA, 7RA
sol, 2RA, 7RA
cerebri, 257–258, 258ş, 262–270
alt yüzü, 259ş, 261–262, 261ş, 263ş
Alzheimer hastalığı, 73, 277, 277ş
capsula interna, lezyonları, 273
genel görünümü, 257–258, 258ş
iç yapısı, 262–270
içyan yüzü, 259ş, 261–262, 261ş, 263ş
lobları, 260–262
nuclei basales, 263–264, 273
sağ, 1RA, 2RA
sol, 1RA, 2RA
substantia alba, 265–268
sulcus cerebri, 258–259, 259–261ş
üst-dışyan yüz, 259ş, 260–261, 261–262ş
ventriculus lateralis, 263, 264ş, 265ş, 271, 273
Hemoraji (kanama)
CT görüntülenmesi, 439, 440ş
ekstradural, 22ş, 23
epidural, 22ş, 23, 439, 440ş
intrakranial, 22ş, 23, 439, 484–485
bebeklerde, 439
serebral hemoraji (kanama), 484–485
subaraknoidal hemoraji (kanama), 484
intraserebral, 22ş, 23
pons, 218–219
serebral, 22ş, 23, 439, 484–485
subaraknoidal, 23, 439, 484
subdural, 23, 439
Hepar (karaciğer), otonom sinir sisteminin etkisi, 407t
Herpes simplex, aksonal ileti, 61
Herpes zoster, 115
aksonal ileti, 61
Hızlı ağrı, 145
Hızlı anterograde transport, 48
Hidrosefali, 271, 466, 514
iletişimi, 466
iletişimin olmaması, 466
nedenleri, 466
serebrospinal sıvı
aşırı salgılanımı, 466
dolaşımının blokajı, 466
emilimindeki azalım, 466
varyasyonları, 466
Hidrosefalide iletişimin olmaması, 466
Hilal şeklinde kanama hematoma, 439
Hipaljezi, 118
Hiperestezi, 118
Hiperkalemik paralizi, 117
Hiperkinetik hastalıklar, nuclei basales, 322
Hipertansiyon, 419
Hipertermi, hipotalamus, etkisi, 392
Hipertoni, 168
Hipokalemik periodik paralizi, 117
Hipokinetik hastalıklar, nuclei basales, 322
Hipotalamo-hipofizyal portal sistem, 388–389, 389ş
release-inhibitor hormonlar, 389
releasing hormonlar, 389
Hipotalamus, 5, 8RA, 10ş, 252, 254ş, 256–257, 271
afferent sinir bağlantıları, 385, 386ş, 387, 387t
besin alınımı, regülasyon (düzenlenme), 391
davranış, 391
diabetes insipidus, 392
efferent sinir bağlantıları, 387–388, 387t, 388ş
emosyon, 391
hastalıkları, 392
endokrin kontrol, 390–391, 390t
fonksiyonları,389–391, 390t
hipertermi, 392
hipotalamo-hipofizyel portal sistem, 388–389, 389ş
hipotermi, 392
hypophysis cerebri, bağlantıları, 388–389, 389ş
ısı regülasyon (düzenlenme), 391
internal body kontrol, 391ş
lezyonları, klinik hastalıklar ile ilişkisi, 392
nörosekresyon, 391
nuclei hypothalamici (hipotalamik çekirdekler), 383, 385ş 286ş
hipotalamik iletişim hatları, 383
zona lateralis, 383
zona medialis, 383
obezite, 392
otonom sinir kontrolü, 389–390, 391ş
seksual hastalıklar, 392
sendromları, 271
sirkadiyan ritimler, kontrol, 391
su alınımı, regülasyon (düzenlenme), 391
tractus hypothalamohypophysialis, 388, 389ş
uyku bozuklukları, 392
Hipotansiyon, postural, 484
Hipotermi, hipotalamik etki, 392
Hipotoni, 168, 243
Hippocampus, 252
Hirschsprung hastalığı, 418
Histamin, 51, 146
Homonim hemianopsi, kontralateral, 358, 358ş
Horner sendromu, 417
Huntington
hastalığı, 322, 323ş
proteini, 322
Hücre
gövdesi, 34
örtüsü, 42
Hypoglossal triangle, 7RA, 456
Hypophysis cerebri, 10ş, 257, 428, 433ş
hipotalamik bağlantıları, 388–389, 389ş

Iatrogenik parkinsonizm, 324
Incisura tentorii, 428, 431ş
Indusium griseum, 307
Infundibulum, 6RA, 9ş, 252, 257, 431ş
Insula, 4RA, 294
Internal oftalmopleji, 360
Internal strabismus (içe şaşılık), 360
Internuklear oftalmopleji, 360
Internunsial nöronlar, 332
Intersegmental tracts, medulla spinalis, 161
Interstisyel ödem, 63
Intertalamik bağlantılar, 10ş, 253, 254ş, 257, 372
Intrafusal kas lifleri, 93, 94
Intrakranial hemoraji (kanama), 22ş, 23, 439, 484–485
bebeklerde, 439
serebral, 22ş, 23, 484–485
subaraknoid, 484
Intrakranial pnömografi, 466
Intraserebral hemoraji (kanama), 22ş, 23
Intumescentia lumbalis, medulla spinalis, 137
Isı
ileti yolları, 144–145
medulla spinalis, 144–145, 146ş
regülasyonu (düzenlenmesi), hipotalamus, 391
testi, muayenesi, 116
Işık refleksi, 338ş, 415
otonom sinir innervasyonu, 338ş, 415

İç organ, yansıyan ağrı, 420ş
İki nokta ayrımı (diskriminasyonu) duyusu, muayenesi, 115–116
İkinci sakral segment, medulla spinalis, 142ş
İkinci nöron 144, 154, 332, 335
İkinci torasik segment, medulla spinalis, 141ş
İlaca bağlı parkinsonizm, 325
İlaçlar, kan-beyin seddi, 467
İlave motor alan, lobus frontalis, 291
İletim hızı, 85
İletişimi hidrosefali, 466
İnce barsaklar, otonom sinir innervasyonu, 410–411, 411ş
İnen yollar, medulla spinalis, 153, 154ş
anatomik organizasyonu, 153–154, 154ş
fonksiyonları,154–155, 155ş
lezyonları, 168
İnhibitör sinaptik potensiyaller, otonom sinir sistemi
afferent sinir lifleri, 398, 398ş, 400
efferent sinir lifleri, 397–398, 398ş, 399–400, 399ş
truncus sympatheticus, 397
İnnervasyonu, karşılıklı hukuk, 163
İris
otonom sinir innervasyonları, 408, 408ş
İskelet kasları
aşırı duyarlılık denervasyonu, 117
innervasyonu, 95
effektör sonlanmalar, 95
motor unite, 95, 95ş
motor sinir, 117
motor son plaklar
hastalıkların etkisi, 116t
ilaçların etkisi, 116t
nöromuskuler bileşekler, 95–99, 96–98ş
İskelet kaslarında nöromuskuler bileşekler
antikolinesterazlar, etkisi, 117
bakterial toksinler, etkisi, 117
ilaçların etkileri, 116–117, 116t
nöromuskuler blok yapıcı ilaçlar, etkisi, 117
İstemli hareket. Bkn Ataksi
medulla spinalis, 167
İstemsiz hareket, kaslar, 119
İstirahat membran potansiyeli, 84, 84ş
İstirahat potansiyel, 42

İşitme (auditor) afferentleri, 387
İşitme kaybı (sağırlık), 362

Jacksonian epileptik nöbet, 296

K iyonları, 146
Kafatası temel çizgileri, 521
  cerebellum, 521
  cerebrum, 521
Kalın barsak otonom sinir pleksusları, 400
Kalorik testler, 362
Kalp
  hastalıkları, 484
    arteriel duvar, 484
    arteriel lumen blokajı, 484
  kası, nöromuskuler bileşekler, 100
    ilaçların etkisi, 117–118
  otonom sinir innervasyonu, 410, 410ş
Kan
  basıncı. Bkn Hipertansiyon; Hipotansiyon, postural
    fiziksel şok, 484
    hastalıklar oluşturmadan, 484
    kan viskozitesi, değişiklikleri, 484
    postural hipotansiyon, 484
    psikolojik şok, 484
    sinus carotis sendromu, 484
  damarları, 114, 359
  viskozitesi, değişiklikler, 184
Kan-beyin seddi, 462–463, 463ş
  beyin travması, 467
  fetusda, 467
  ilaçlar, 467
  tümörleri, 467
  yapısı, 463, 463ş
  yeni doğanda, 467
  yoksunluğu, 464ş
Kan-beyin sıvısı bariyeri, 463–464
  yapısı, 464, 464ş
Kapillerler, beyin, 481
Kapsuler hücreler
  ganglia autonomici, 83
  ganglion sensorium, 81, 82ş, 83
Kapsüllü reseptörler, 86–91, 87t
Kapsülsüz reseptörler, 86–89
Karadul örümcek zehiri, sebebp olduğu hastalık, 419
Karbakol, nöromuskuler bileşekte etkisi, 117
Karbamilkolin, 99
Kardiak ağrı, 419
Kardioakselerator, 404
Kardiovasküler refleksler, 415–416
Karotis arteriografisi
  anteroposterior internal, 487ş
  özelliklerinin gösterilmesi, 488ş
Kas
  aktivitesi, klinik inceleme, 119
  kas fasikülasyonu, 119
  kas gücü, 119
  kas kontraktürü, 119
  kas koordinasyonu, 119
  kas tonusu, 119
  kas zayıflaması, 119
  belirtileri / semptomları, sinir sistemi lezyonları ile ilişkisi, 168–169
  elementleri, 97
  fasikülasyonu, 119, 168
  gücü, 119
  hareketi, 101, 103, 103ş
  iğciği, 103
  kontraktürü, 119, 168
  koordinasyonu, 119
  spastisitesi, cortex cerebri, 296
  tonusu, 101, 103, 103ş, 118, 119, 167
  yorgunluğu, 104
  zayıflaması, 119
  Bkn ilave olarak Kas aktivitesi, klinik inceleme
    otonom sinir sisteminin etkisi, 407t
    segmental innervasyonu, 100–101, 102ş
Katekolaminler, 53
  salınımı (serbestleşmesi), 52ş
Kaudal anestezi, 20, 21ş
Kelime sağırlığı 297
Kemoreseptörler
Kimyasal sinapslar
  nöromodülatörler
    aksiyon, 53
    kimyasal sinaps olarak, 53
  nöron, 50–51
    ultrastrüktür yapısı, 49ş, 50–51, 51ş
  nörotransmitterler
    aksiyon, 51–52, 52t
    dağılımı, 52–53, 52ş
    kimyasal sinaps olarak, 51–53
  ultrastrüktür yapısı, 49ş, 50–51, 51ş
Kinesin, 42
Kloramfenikol, kan-beyin seddi, 467
Klostridium botulinum, 117
Klüver-Bucy sendromu, 312
Koku alma duyusu, 387
Kolinerjik reseptörler, 403
Kolinesteraz, nöromuskuler bileşekte etkisi, 117
Kolon, otonom sinir innervasyonu, 411, 411ş
Koni hücreleri, görme sistemi, 337
Konjenital anomaliler, 484
Kontraktür, kas, 119
Kontralateral homonim hemianopsi, 358, 359ş
Konuşma bozuklukları, 245
Kordotomi
  ağrıyı rahatlatmak için, 166–167
Korea, 169, 322
  Huntington hastalığı, 322, 323ş
  Sydenham koresi, 322
Koreiform hareketler, 119, 322
Kornea refleksi, 339–340, 339ş
Koroidal epitelyal hücre, 55t, 58
Koronal pozitron emisyon tomografi (Koronal PET), 27ş
Kortikal
  alanlar, 288–295, 289t
  lobus frontalis, 289–291, 290ş, 291ş
  lobus occipitalis, 290ş, 292
  lobus parietalis, 290ş, 291–292
  lobus temporalis, 290ş, 292–293, 293ş, 294ş
  mekanizmalar, 236–237, 236ş
Kortikopontin lifler, 208
Kortikotropin-releasing hormon, 390t
Koruyucu örtüler
  encephalon'un, 5ş
  medulla spinalis'in, 5ş
Koterizasyon, thalamik ağrının cerrahi yolla rahatlatılması, 378
Kozalji, 420
Kraniofarinjioma, 271
Kremasterik refleks, 168
Kromatolizis, 39, 108
Ksantokromi, 467
Kuadripleji, 168
Kuduz, aksonal ileti, 61
Kulak
  travması, 362
  tümörü, 362
Küçük yoğunluklu floresant hücreler, otonom sinir sistemi 400, 401ş

Labyrinthitis, 362
Lacrimatory çekirdeği (nucleus), 408
Laktik asid, 146
Lamina terminalis, 8RA, 257, 265
Laminasyon, medulla spinalis'in çıkan yolları klinik önemi, 165, 166ş
Lateral medullar Wallenberg sendromu, 218, 219ş
Law of reciprocal innervasyonu, 163
Lemniscus
  lateralis, 212
  çekirdeği (nucleus), 349ş, 350
  medialis, 149, 205, 208, 212
  spinalis, 145, 146ş, 148ş, 149, 150ş, 200, 205, 208, 215
  trigeminalis, 212
Lenfatikler, 114
Lens-shaped hematoma, 439
LH. Bkn Luteinizen hormon
LHRH. Bkn Luteinizen hormon-releasing hormon
Ligamentum denticulatum, 5ş, 437
Limbik sistem, 307, 308–309ş, 310–311, 311ş
  alveus, 307, 309ş, 310
  anterograd amnezi, 311
  bağlantı yolları, 308–309ş, 310
    alveus, 307, 310
    corpus mamillare, 308ş, 310
    fornix, 268ş, 308ş, 310
    septum pellucidum, 310
    stria terminalis, 310
    tractus mammillothalamicus, 310
  fimbria, 307, 310
  fonksiyonları,311
  formation hippocampalis, 307, 308–309ş
  gyrus dentatus, 307
    yapısı, 309ş, 310
  gyrus parahippocampalis, 307
  hippocampus, 307
    afferent bağlantıları, 310, 311ş
    efferent bağlantıları, 310–311, 311ş
    yapısı, 309ş, 310
  indusium griseum, 307
  moleküler tabaka, 310
  nucleus amygdalae, 310
    basolateral grup, 310
    kortikomedial grup, 310
  oluşturan yapılar, 308ş
  pes hippocampus, 307
  piramidal tabaka, 310
  polimorfik tabaka, 310
  uncus, 307
Lipofusin, 42, 43ş, 44t
Lissauer traktusu (Tractus posterolateralis), 144, 146ş
Lizozomlar, 42, 44t
Lobektomi, frontal, 297
Lobulus
  paracentralis, 10ş
    hemispherium cerebri, 261
  parietalis inferior 9ş, 260
  parietalis superior, 9ş, 260
  flocculonodularis, cerebellum, 231
  frontalis, 1RA, 5ş, 8–9ş, 25–26ş, 258, 258ş, 262ş, 289–291, 290ş, 291ş
  medius 7RA, 231
  occipitale, 1RA–3RA, 8–9ş, 25ş, 258, 259ş, 261, 262ş, 290ş, 292
  parietalis, 1RA, 8ş, 25ş, 259ş, 260, 262ş, 290ş, 291–292
  temporalis, 1RA, 2RA, 3RA, 260, 262, 262ş, 263ş, 290ş, 292–293, 293–294ş
    disfonksiyonları, 312
Lokal anestezikler, sinir iletimindeki etkisi, 114

Lou Gehrig hastalığı. Bkn Amiyotrofik lateral sklerozis
Lökotomi, frontal, 297
LTH. Bkn Luteotropik hormon
Lumbal
  disk hemiasyonları, 17, 19ş
  ponksiyon, 19–20, 20ş. Bkn Spinal tap
    başarılması, 217
    hemispherium cerebri'lerin yerleşim farklılıkları, 24ş
Lumbosakral kök sendromları, 112t
Luschka deliği, 453, 456ş
Luteinizen hormon (LH), 389, 390t
Luteinizen hormon-releasing hormon, 390t
Luteotropik hormon, 389

Magendie deliği, 8RA, 453, 455ş
Magnetik resonans görüntüleme (MRI)
  columna vertebralis, 174, 175ş
  encephalon (beyin), 26ş
  medulla spinalis, 174, 175ş
  sinir sistemi, 24, 26ş
Major dense line, 71
Makula, 336, 337, 360
Malign sarkom, 114
Mandibula, 488ş, 492ş
Martinotti hücreleri, 285
Meckel kavitesi (Cavum trigeminale), 344
Medial medullar sendromu, 218, 219ş
Medulla oblongata, 1RA–3RA, 2, 4, 5RA, 8RA, 9ş, 11ş, 26ş, 137
  fossa cranii, basınç artışı, 217
  genel görünümü, 197–198, 197ş, 198ş
  klinik önemi, 217–218
  lateral medullar Wallenberg sendromu, 217–218, 218ş
  medial medullar sendromu, 218, 219ş
  seviyeleri, 200t
  vasküler hastalıkları, 217–218
Medulla spinalis, 2, 4, 5–7ş, 14–16, 16ş, 133–184, 438ş
  ağrı
    akut, tedavi, 166
    algılanımı, 145–147
    kontrol, merkezi sinir sistemi, 147
    kordotomi, rahatlatmak için, 166–167
    kronik, tedavi, 166
    rizotomi, rahatlatmak için, 166–167
    somatik, 166
    visseral, 166
    yolları, 144–145
  alt motor nöron
    inhibisyon, 163ş, 164
    lezyonları, 168
  amiyotrofik lateral sklerozis (ALS), 171ş, 173
  analjezi, 147
  anatomik organizasyonu (düzeni), 143–144, 144ş
  anterior kord sendromu, 170, 171ş
  basısı, kronik
    klinik bulgular, 169
  basınç ileti yolları, 147–149
  bilinçli kas eklem duyusu, 149
  bölgeleri, yapısal özellikleri, 139t
  Brown-Sequard sendromu, 171–172, 171ş, 172ş
  cerebellum, kas eklem duyu yolları, 149–152, 152t
  CT, 174, 174ş
  çevreleyen yapılar ile ilişkisi, 6ş
  çıkan yollar, 143–144ş, 165–166, 166ş
  çıkan yolların laminasyonu, klinik önemi, 165, 166ş
  diskriminatif dokunma duyusu, 149
  enine kesi sendromu, 170
  fasciculus cuneatus, 149, 150ş, 151t
    hasarlanmaları, 165–166
  fasciculus gracilis, 149, 150ş, 151t, 165–166
  fonksiyonları, 144–152, 145ş
  fötal, 6ş
  funiculus posterior 149, 150ş, 151t
  gelişimi, 502–504, 503ş
  genel görünümü, 137
  hafif dokunma duyusu, 147–149
  harab edici sendromlar, 170–172
  ısı ileti yolları, 144–145
  inen anatomik lifler, 160–161, 162t
  inen yollar, 153, 154ş
    anatomik organizasyonu, 153–154, 154ş
    fonksiyonları,154–155, 154ş
    lezyonları, 168
  intersegmental yollar, 161
  istemli hareketler, 167
  kanlanması, 481–482
  kapı teorisi, 147
  kas aktivitesi, 167
  kas belirtileri/semptomları, sinir sistemi lezyonları ile ilişkileri, 168–169
  kas tonusu, 167
    anormal, 168–169
    atetozis, 169
    distoni, 169
    hemiballismus, 169
    hipertoni, 169
    korea, 169
    miyoklonus, 169
    spazmlar, 169
    tremorlar, 168
  klinik sendromları etkileyen, 169–176
  kompresyonu, kronik, 169
    klinik bulguları, 169
  koruyucu örtüleri (katmanları), 5ş
  lumbal, transvers kesit, 8ş
  medulla spinalis'in yan kesiti, 171–172, 171–172ş
  meninges, 428–440
    arachnoidea mater, 435, 435ş, 436–437ş, 437
    dura mater, 428, 429–433ş, 432–435, 436–437, 436–438ş
    pia mater, 436, 436ş, 437
  miyelografi, 174, 175–176ş
  MRI, 174, 175ş
  multipl skleroziş, 173
  orta servikal bölge seviyesi, 143ş
  paralizi, tipleri, 168
  Parkinson hastalığı, 173
  pernisiöz anemi, 173–174
  poliomiyelit, 171ş, 173
  radices anteriores, lezyonları, 165
  radices posteriores nervi spinales, lezyonları, 165
  radix (-ces), posterior (-es), 137
  refleks arkı, 162–163, 163ş, 164ş
  Renshaw hücreleri, 163ş, 164
  sakral segmentleri, 399
  segmentleri, 8ş
    vertebra sayılarına göre ilişkileri, 13ş, 17
  sentral kord sendromu, 166ş, 170–171, 171ş
  serebellar afferent lifler, 238–240
  seviyeleri, 140ş
  spinal şok sendromu, 169–170
  substantia alba, 140–143ş, 143
    traktusu oluşturan sinir liflerinin düzeni, 143, 143ş
    yapısı, 143
  substantia grisea, 138–142, 140–142ş
    anterior grapy columns, sinir hücre grupları, 140ş, 141ş
    canalis centralis, 140–142ş, 141–142
    columnae griseae anteriores, sinir hücre grupları, 139
    columnae griseae laterales, sinir hücre grupları, 140ş, 141, 142ş
    columnae griseae posteriores, sinir hücre grupları, 139–141, 140–142ş
    commissura grisea, 140–142ş, 141–142
    yapısı, 138–143
  syringomyeli, 172–173, 172ş
  tabes dorsalis, 167, 167ş
  tam kesi sendromu, 170, 171ş
  tractus
    corticospinalis, 152
      dalları, 157
      lezyonları, 167–168
    cuneocerebellaris, 152
    extrapyramidalis, 167
    olivospinalis, 155, 160, 161ş
    pyramidalis, 167
    reticulospinalis, 155, 159, 159ş
    rubrospinalis, 155, 159, 159ş
    spinocerebellaris anterior, 150, 151ş, 152, 152t
    spinocerebellaris posterior, 149, 151ş
    spinoolivaris, 152, 153ş
    spinoreticularis, 152, 153ş
    spinotectalis, 152, 153ş
    spinothalamicus anterior, 147–149, 148ş
      hasarlanmaları, 165
    spinothalamicus lateralis, 144–145, 146ş
      hasarlanmaları, 165
    tectospinalis, 154, 158, 158ş
    vestibulospinalis, 155, 159–160, 160ş
  üst motor nöron lezyonları, 167–168
  venleri, 482
  vibrasyon (titreşim) duyusu, 149
  visseral duysal yollar, 152
  yapısı, 4, 138–143, 139t, 140–143ş
  yaralanmaları, 14ş, 17, 165–166, 169
    akut, 169
    sonrası defekasyon durumu, 418
    sonrası ejakulasyon durumu, 418–419
    sonrası ereksiyon durumu, 418–419
    sonrası mesane disfonksiyon durumu, 418–419
  yan kesisi (hemiseksiyonu), 171–172, 171ş, 172ş
Medullar Wallenberg sendromu, 217–218, 218ş
Medulloblastoma, 245
Megakolon. Bkn Hirschsprung hastalığı
Meissner korpuskülü, 87t, 89, 90ş, 91ş, 115t
Meissner pleksusu (plexus submucosus), 400, 410
Mekanoreseptörler, 86
Melanin, 42, 44t
Melano stimulan hormone (MSH), 389
Melanositler, gelişimi, 16
Melatonin, 256
Meniere hastalığı, 362
Meningeal başağrıları, 439
Meningeal tabaka, dura mater, 5ş
Meninges, 2, 428–440
  arachnoidea mater, 435, 435ş, 436–437ş, 437
  dura mater, 428, 429–433ş, 432–435, 436–437, 436–438ş
  dural arterial beslenmeler, 432, 432ş, 434ş
  dural innervasyon, 428
  medulla spinalis, 436–437
  pia mater, 436, 436ş, 437

sinus venosus durae matris, 429§, 431§, 432–435, 433§, 434§
Meningit, 439
Meningomiyelosel, 512
Meningosel, 512
Merkel diskleri, 86, 88§, 89, 115t
Merkel hücresi, 89
Merkezi sinir sistemi, 2, 3§, 5§, 74§, 78, 79
ağrı kontrolü, 147
bölümleri, 2
encephalon, 4–10, 5§, 7–8§
cerebrum, 5, 10
diencephalon, 5, 10§
mesencephalon, 3§, 5, 10§
rhombencephalon, 4
yapısı, 10
medulla spinalis, 2, 4, 5–8§
yapısı, 4
miyelinizasyon, 79t
rejenerasyon, nörobiyolojik araştırmalarda, 110
rhombencephalon
cerebellum, 4, 8–9§, 11§
medulla oblongata, 4, 9§
pons, 4, 9§
temel bölümleri, 2–10
yaralanma sonrası fonksiyonel iyileşme, 114–115
yolları, 147
yollarında, 147
Merkezi substantia grisea, 203§, 204–205, 204§
Mesakson, 71, 79
Mesencephalon, 1RA, 3§, 5, 7RA, 9–11§
aqueductus cerebri, 10§
basis pedunculi, 155, 156§
colliculus inferior seviyesinde, transvers kesit, 211–212, 213§, 214§, 215t
colliculus superior seviyesinde, transvers kesit, 212–216
crus cerebri, 5RA
genel görünümü, 210, 211–215§
iç yapısı, 210–216
klinik önemi, 219–220
tectum, 373§
tomurcuk lezyonları, 220
gelişimi, 15t
travması, 219
tümörleri, multipl sklerozis, 362
vasküler lezyonları, 220
Benedikt sendromu, 220, 220§
Weber sendromu, 220, 220§
Mesoderm, 14
Metakolin klorid, nöromuskuler bileşekte etkisi, 117
Metaproterenol, 14
Metilprednizolon, 110
Migren başağrısı, 439
Mikrofilamentler, 39, 44t
Mikroglia, 55t, 57–58, 59§
Mikroglial hücre, 59§
fonksiyonu, 57–58
Mikrotubuller, 39, 41, 43§, 44t
Mimetik hareketler, 361
Minor dense hat, 71
Mitokondri, 39–40§, 44t
Mitral hücre, 332§, 336
Miyelin kılıfı, periferik sinir
Schmidt-Lanterman yarıkları, 78§
Miyelin oluşumu, 71–78, 75–78§, 79§
Miyelinizasyon
merkezi sinir sistemi, 79t
periferik sinir sistemi, 79t
Miyelinli sinir lifleri, 71–78, 73§, 74§, 79§
Miyelinsiz sinir lifleri, 73§, 76§, 78–79, 79§, 80§
Miyelografi, 174, 175–176§
Miyelosel, 513
Miyoklonus, 119, 169
Monopleji, 168
Monosinaptik refleks arkı, 162
Mossy lifleri, cortex cerebelli, 236
Motor
çekirdeği (nucleus), dorsal, 332
konuşma, 290§, 291, 296
Broca alanı, lobus frontalis, 290§, 291
korteks, 296
lifler, 12
son plak, 95, 96§
iskelet kasları
etkileyen hastalıklar, 116t
etkileyen ilaçlar, 116t
ünite, 101
bütünü, 103–104
iskelet kasları innervasyonu, 95, 95§
komponentleri, 103§
MRI. Bkn Magnetik resonans görüntüleme
MS. Bkn Multipl skleroz
Multipl skleroz, 63, 173, 362, 417
Multipolar nöron, 34, 36§, 38t
Musculus (-i)
erector pili, otonom sinir sinir sisteminin etkisi, 407t
externi bulbi oculi (ekstraokuler kaslar), muayenesi, 360
biceps brachii tendon refleksi, 101, 102§
brachioradialis tendon refleksi, C5-6, C7, 101
ciliaris, 340
constrictor pupillae, 338
genioglossus, 357§, 365
mylohyoideus, 343
rectus lateralis, 344
stylopharyngeus, 351
tensor tympani, 343
tensor veli palatini, 343
triceps tendon refleksi, C6-7, C8, 101
Muskarinik, 403
asetilkolin, 52, 52t
reseptör, 401
Myasthenia gravis, 117
motor son plak
iskelet kasları, etkisi, 116t

Nasal hemianopsi, 358, 359§
Neostigmin, 117
motor son plak
iskelet kasları, etkisi, 116t
Nervus(-i)
ciliares longi, 340
craniales, 6RA, 9§, 12–13, 13§, 81, 82§, 333–334t
duysal çekirdekler, 332, 335
klinik muayene, 358–362
cutanei, dağılımı, 101–102§
lumbales, 12
splanchnici pelvici, 399§, 400, 411
splanchnici, 398, 411, 412
thoracici, 12, 113t
abducens (CN VI), 344
çekirdeği (nucleus), 344, 345§
seyri, 344, 345§
abducens (CN VI), 9§, 206, 237§, 344, 360, 429§, 431§, 434
çekirdeği (nucleus), 208, 344, 345§
fonksiyonları, 334§
seyri, 344, 345§
accessorius (CN XI), 354–356
accessorius (CN XI), 6RA, 206§, 354, 355, 356, 356§, 362, 429§
dağılımı, 356§
radix spinalis, 6RA, 237§
axillaris, 113t
coccygeus, 12
cochlearis fonksiyonları, 334t
bozuklukları, 362
cutaneus antebrachii medialis, 113t
cutaneus brachii, 113t
facialis (CN VII), 206, 346–348, 360–361, 399
çekirdekleri (nuclei), 346
nuclei parasympathetici, 346, 346§
temel motor çekirdeği (nucleus), 346, 346§
fonksiyonları, 334t
kökleri, 9§
lezyonları, 361, 361§
facialis (CN VII), 346–348
çekirdekleri (nuclei), 346
nuclei parasympathetici, 346, 346§
temel motor çekirdeği (nucleus), 346, 346§
femoralis, 3§, 114
glossopharyngeus (CN IX), 350–352
glossopharyngeus (CN IX), 362, 399, 429§
çekirdekleri (nuclei), bağlantıları, 353§
dağılımı, 354§
fonksiyonları, 334t
kökleri, 6RA
nervus tympanicus, 351
hypoglossus (CN XII), 205, 356, 362, 429§
dağılımı, 356§
fonksiyonları, 334t
kökleri, 6RA, 9§
hypoglossus (CN XII), 356
intermedius, 347
ischiadicus, 3§, 114
lacrimalis, 409
lingualis, otonom sinir sisteminin etkisi, 407t
mandibularis, 431§
maxillaris, 409, 431§
medianus, 3§
radix lateralis, 113t
radix medialis, 113t
musculocutaneus, 113t
obturatorius, 3§, 114
oculomotorius (CN III), 1RA, 6RA, 9§, 11§, 237§, 340, 360, 399, 429§, 431§
çekirdekleri, 338§, 340, 341§
dağılımı, 341§
fonksiyonları, 333t
seyri, 340, 341§
oculomotorius (CN III), 340
çekirdekleri, 338§, 340, 341§
seyri, 340, 341§
oculomotorius (CN III), 434
olfactorius (CN I), 335–336, 335§
bulbus olfactorius, 336
tractus olfactorius, 335§, 336
olfactorius (CN I), 335–336, 335§, 358
bulbus olfactorius, 336
dağılımı, 335§
fonksiyonları, 333t
lifleri, 335§, 336
tractus olfactorius, 335§, 336
opticus (CN II), 336–340
binoküler görme, nöronlar, 337, 337§
chiasma opticum, 336, 337§
corpus geniculatum laterale, 336
görme refleksleri, 338–340
akomodasyon refleksi, 338, 338§
görme ile ilgili gövde refleksleri, 339§, 340
kornea refleksi, 339–340, 339§
pupilla-deri refleksi, 340
görme yolları, nöronlar, 337, 337§
ışık refleksi
consensual, 338, 338§
direkt, 338, 338§

orijini, 336, 337ş
radiatio optica, 336, 337ş
tractus opticus, 336, 337ş, 338ş
opticus (CN II), 4RA, 6RA, 9ş, 226ş, 257, 336–340, 358, 429ş, 431ş, 435
binoküler görme, nöronlar, 337, 337ş
chiasma opticum, 336, 337ş
corpus geniculatum laterale, 336
fonksiyonları, 333t
görme refleksleri, 338–340
akomodasyon refleksi, 338–339, 338ş
görme ile ilgili gövde refleksleri, 337ş, 340
kornea refleksi, 339–340, 339ş
pupilla-deri refleksi, 340
görme yolları, nöronlar, 337, 337ş
ışık refleksi
direkt, 338, 338ş
konsensual, 338, 338ş
orijini, 336, 337ş
radiatio optica, 336, 337ş
serebrospinal sıvı basınç artışı, 466
tractus opticus, 336, 337ş, 338ş
pectoralis lateralis, 113t
pectoralis, 113t
peroneus (fibularis) communis, 114t
peroneus (fibularis) profundus, 114t
peroneus (fibularis) superficialis, 114t
petrosus minor, 351
otonom sinir sisteminin etkisi, 409
petrosus profundus, 409
phrenicus, 3ş
plantaris lateralis, 114t
plantaris medialis, 114t
radialis, 3ş, 113t
scapularis dorsalis, 113t
spinalis, 5ş, 7ş, 8ş, 12–13, 13ş, 80–81, 82ş, 438ş
radiculariae
anteriores, 8ş
posteriores, 8ş
radix anterior, 8ş
radix, 80–81, 82ş
anterior, 2, 8ş 12, 80
orijinleri, 12
posterior, 2, 7ş, 8ş, 12, 80, 165
ramus
anterior, 5ş, 8ş, 13
posterior, 5ş, 8ş, 13
yaralanmaları, 17, 112–114t, 165
splanchnicus major, 411
subscapularis, 113t
suprascapularis, 113t
thoracodorsalis, 113t
tibialis, 114t
trigeminus (CN V), 206, 237ş, 341–344, 344ş, 360, 429ş
dağılımı, 342ş
duysal komponentleri, 342–343, 343ş
duysal kök, 9ş
fonksiyonları, 333t
maksillar bölümleri, 434
motor çekirdeği (nucleus), 208
motor komponent, 343, 343ş
motor kök, 9ş
nuclei (çekirdekleri), 208, 341–342, 342ş, 352, 353
mesensephalik çekirdeği, 342, 343ş
motor çekirdeği, 342, 343ş
temel duysal çekirdeği, 341, 343ş
tractus spinalis, 200, 341, 343ş
nucleus principalis, 208
oftalmik bölümleri, 434
seyri, 343–344, 344ş
tractus spinalis, 205
trigeminus (CN V), 341–344, 344ş
duysal komponentleri, 342–343, 343ş
mesencephalik çekirdeği (nucleus), 342, 343ş
motor çekirdeği (nucleus), 342, 343ş
motor komponenti, 343, 343ş
seyri, 343–344, 344ş
spinal çekirdeği (nucleus), 341, 343ş
temel duysal çekirdeği (nucleus), 341, 343ş
trochlearis (CN IV), 340
çekirdeği (nucleus), 340, 342ş
seyri, 340
trochlearis (CN IV), 9ş, 237ş, 340, 360, 429ş, 431ş
çekirdeği (nucleus), 212, 340, 342ş
fonksiyonları, 333t
seyri, 340
ulnaris, 3ş, 113t
vagus (CN X), 352–354
vagus (CN X), 6RA, 353–354, 362, 399, 429ş
çekirdekleri, bağlantıları, 353ş
fonksiyonları, 334t
ganglion inferius, 353
kökleri, 9ş
nucleus dorsalis, 204, 353–354
seyri, 353–354, 353ş
vestibularis
bozuklukları, 362
fonksiyonları, 334t
nuclei vestibulares, merkezi bağlantıları, 348ş
serebellar afferent lifleri, 239ş, 240
vestibulocochlearis (CN VIII), 348–350, 348–350ş
vestibulocochlearis (CN VIII), 6RA, 9ş, 206, 237ş, 348–350, 362, 429ş
dağılımı, 350ş
fonksiyonları, 334t
zygomaticotemporalis, 409
zygomaticus, 409
Neurohypophysis, 257
Neurophysis, 388
Nikotin, 62, 99, 402
Nikotinik asetilkolin, 52, 52t
L-glutamat, 52, 52t
Nikotinik reseptör, 401
Nissi cisimciği, 35, 44t
Nistagmus, 245, 362
refleksi, 245
Nodus
atrioventricularis, 410
sinoatrialis, 410
Norepinefrin, 51, 52, 100, 402
kan-beyin seddi, 467
Nosiseptörler, 86
Nöbet, epileptik, 296
Jacksonian, 296
Nöral
elementler, 97
plak, 14
oluşumu, 15ş
plikalar, 14
Nörapraksi, 111
Nörilemomalar, 114
Nöritler, 34, 35ş
Nöroanatomi
cerebellum, 231–250
cortex cerebri, 285–303
deri, segmental innervasyonu, 100, 101–102ş
efektör bulgular, 95–100
formatio reticularis, 305–307
hipotalamus, 383–392
kan-beyin seddi, 462–463, 465
kan-serebrospinal sıvı seddi, 463–464
kanlanması, 475–493
kas tonusu, hareket, 100, 103, 103ş
kas yorgunluğu, 104
kaslar, segmental innervasyonu, 100–101, 102ş
limbik sistem, 308ş, 310–311
medulla spinalis, 138–143, 139t, 140–142ş
medulla spinalis'de çıkan yollar, 143–144ş, 165–166, 166ş
medulla spinalis'de inen yollar, 153–155, 154ş, 155ş
meninges, encephalon (beyin) / medulla spinalis, 428–440
motor üniteler, 101
nöroglia, 34–68
nöron, nörobiyoloji, 34–68
nuclei basales, 317–326
nuclei nervi craniales, 327–369
otonom sinir sistemi, 397–420
periferik sinirler, 79, 80ş, 81–86, 82t, 84–86ş
postür, 104–106ş
reseptör sonlanmaları, 86–94
serebrospinal sıvı-beyin interface, 464–465, 465ş
serebrospinal sıvı, 458–461, 459t
sinir lifleri, 71–79, 72ş, 73ş
sinir sisteminin organizasyonu (düzeni), 1–32
thalamus, 372–378
truncus cerebri (beyin sapı), 196–229
ventriküler sistem, 446–457, 447ş
Nöroblastoma, nöron, 61
Nörofibriller, 39, 42ş 44t
Nörofilamentler, 39, 43ş
Nöroglia, 2, 6ş
çevreleyen sinir hücreleri, 6ş
hasarlanmaya karşı reaksiyon, 62
neoplazmalar, 62
nörobiyoloji, 33–68
tanımlanması, 53, 54ş, 55t
Nöroglial hücreler
yapısal özellikleri, 55t
Nöroma, 108
Nöromodulatörler, 53
Nöromuskuler iğ, 87t, 92–93ş, 92–94, 115t
fonksiyonları, 93–94
gerilme refleksi, 93–94
intrafusal lifler, 94
Nöron, 2, 34
çekirdeği (nucleus), 34–35, 37–40ş, 44ş
çeşitleri, 34, 36ş, 38t
hasarlanma sonrası iyileşme, 108–110
merkezi sinir sistemi rejenerasyonu, nörobiyolojik araştırmalarda, 110
merkezi sinir sistemindeki aksonlar, rejenerasyon, 110
periferik sinirlerde aksonlar, rejenerasyon, 108–110, 110ş
sinir hücresi gövdesi iyileşmesi, 108
hasarlanmasına karşı reaksiyonu, 61
hasarlanmaya yanıt, 107–108
iyon değişiklikleri, 45ş
normal yapısı, 39ş
nörobiyoloji, 33–68
plazma membranı, 40–42ş, 42–47, 44ş
potasyum kanalı, 45–47, 46ş
sodyum kanalı, 45–47, 46ş
uyarılması, 44–45, 45–46ş
sınıflandırılması, 38t
sinapslar, 49–53, 50ş
elektriksel, 53
kimyasal, 50–51
nöromodülatörler, 53

nörotransmitterler, 51–53, 52ş, 52t
ultrayapısı, 49ş, 50–51, 51ş
sinir hücre gövdesi, 34–42, 38–39ş
çekirdeği (nucleus), 34–35, 37–40ş
sitoplazma, 35–42, 41–43ş, 44t
sinir hücresi çıkıntıları, 47–49, 47–49ş
akson iletisi, 48–49
sitoplasmik organeller, 40ş
tanımlanması, 34, 35ş
tümörler, 61
uyarılma değişiklikleri, 44–45
yapısı, 34–53
Nöropil, 38ş
Nöroporlar, gelişimi, 14–15, 15ş
Nörosekresyon, hipotalamus etkisi, 391
Nörotendinöz iğcikler, 87t, 94, 94ş, 115t
fonksiyonları, 94
Nörotmezis, 111
duysal değişiklikler, 111
duysal iyileşme, 111–112
motor değişiklikler, 111
motor iyileşme, 111
semptomları/belirtileri, 111
sudomotor değişiklikler, 111
takip eden iyileşme, semptomları/belirtileri, 111–112
trofik değişiklikler, 111
vasomotor değişiklikler, 111
Nörotransmitterler, 50–53
aksiyon, 51–52, 52t
dağılımı, 52–53, 52ş
kimyasal sinapslarda, 51–53
manipulasyonu, hastalığın tedavisinde, 62
Nörovasküler hilus, 95
Nuclear bag, 93
Nuclear kılıfı, 35, 39–40ş
Nuclear pore, 35
Nuclear zarları (membranları), 39ş
Nucleolus, 38ş, 39ş
Nucleus(-i)
accessorius, 139
ambiguus, 203ş, 204, 205ş
amygdalae, 12ş, 264, 266ş, 310, 318ş, 319, 446
atetozis, 325
basales (bazal çekirdekler), 263–264, 273, 317–326, 321ş
caudatus, 10, 322
caput, 12ş, 25–26ş
cauda, 12ş
cerebrum, 10, 11ş
corpus striatum, 263, 317, 318ş
corpus, 12ş
cerebrum, 10
claustrum, 318ş, 319
cochleares, 204, 349ş, 350
anteriores, 204, 208
merkezi bağlantıları, 349ş
posteriores, 204, 208
corpus striatum, 317, 318
afferent sinir lifleri, 319
bağlantıları, 319
beyin sapındaki striatal lifler, 319, 320ş, 321ş
efferent sinir lifleri, 319
kortikostriat lifler, 319, 320ş, 321ş
nigrostriat lifler, 319, 320ş, 321ş
nucleus caudatus, 317, 318ş
nucleus lentiformis, 317, 318ş
striatonigral lifler, 319, 320ş, 321ş
striatopallidal lifler, 319, 320ş, 321ş
thalamostriat lifler, 319, 320ş
cuneatus, 149, 198, 200
dentatus, 4, 11ş, 235, 235ş
dorsalis, 140, 149, 150, 239
dorsomedialis, 372, 374ş
emboliformis, intraserebellar, 235
fastigii, 235
fonksiyonları, 320, 321ş, 322
globus pallidus
bağlantıları, 319–320
efferent sinir lifleri, 319–320
fonksiyonları, 320, 321ş, 322
pallidofugal lifler, 319–320
striatopallidal lifler, 319, 321ş
globosus, intraserebellar çekirdekler, 235
gracilis, 149, 198, 200
habenularis, 255–256, 266
hemiballismus, 322
hemispherium cerebelli, 262
Huntington hastalığı, 322, 323ş
hypothalamici (hipotalamik çekirdekler), 383, 386ş, 395ş
iletişim hatları, 383
zona lateralis, 383
zona medialis, 383
ilaca bağlı parkinsonizm, 325
intracerebellares, 231, 233, 235, 235ş
korea, 322
Huntington hastalığı, 322, 323ş
Sydenham, 322
lacrimalis, 332, 346
lentiformis, 4RA–5RA, 10, 264, 317, 318ş
lentiformis, corpus striatum, 317, 318ş
lumbosacralis, 139
mediales thalamici, 4RA
nervi craniales, 327–369
duysal çekirdekleri, 332, 335
genel visseral motor çekirdekleri, 332
motor çekirdekleri, 332
nervus abducens (CN VI), 344
çekirdeği (nucleus), 344, 345ş
seyri, 344, 345ş
nervus facialis (CN VII), 346–348
çekirdekleri (nuclei), 346
nuclei parasympathetici, 346, 346ş
temel motor çekirdeği (nucleus), 346, 346ş
nervus oculomotorius (CN III), 340
çekirdekleri (nuclei), 339ş, 340
seyri, 339ş, 340
nervus olfactorius (CN I), 335–336, 335ş
bulbus olfactorius, 336
tractus olfactorius, 335ş, 336
nervus opticus (CN II), 336, 340
akomodasyon refleksi, 338–339, 338ş
binoküler görme, nöronlar, 337, 337ş
chiasma opticum, 336, 337ş
corpus geniculatum laterale, 336
görme ile ilgili gövde refleksleri, 339ş, 340
görme refleksleri, 338–340
görme yolu, nöronlar, 337, 337ş
ışık refleksi, 338, 338ş
kornea refleksi, 339–340, 339ş
orijini, 336, 337ş
pupilla-deri refleksi, 340
radiatio optica, 336, 337ş
tractus opticus, 336, 337ş, 338ş
nervus trigeminus (CN V), 341–344, 344ş
çekirdekleri (nuclei), 341–342
duysal komponentleri, 342–343
mesencephalik çekirdeği (nucleus), 342, 343ş
motor çekirdeği (nucleus), 342, 343ş
motor komponenti, 343, 343ş
seyri, 343–344, 344ş, 345ş
spinal çekirdeği (nucleus), 341, 343ş
temel duysal çekirdeği (nucleus), 341, 343ş
nervus trochlearis (CN IV), 340
çekirdeği (nucleus), 340, 342ş
seyri, 340
organizasyonu, 332–335, 333–334t
somatik motor çekirdeği, 332
nervi hypoglossi, 204, 356, 357ş, 455ş, 456
merkezi bağlantıları, 357ş
nuclei subthalamici, 319
nucleus amygdalae, 318ş, 319
oculomotorius (CN III), 215
olivares inferiores, 198, 204
olivaris accessorius medialis, 204
olivaris kompleksi, 203ş, 204, 204ş
parasympathetici, 346, 346ş
Parkinson hastalığı, 322–325, 326ş
ilaca bağlı parkinsonizm, 325
pontis, 204, 207ş, 208
prerectalis, 215, 338, 383, 415
proprius, 140
ruber, 213ş, 215, 215ş
tractus rubrospinalis, 159
salivatori, 332, 346
salivatorius inferior, 332
otonom sinir sisteminin etkisi, 407t
solitarius, 416
substantia nigra, 319
subthalamicus, 253, 319
Sydenham korea, 322
tanımlamada kullanılan terminoloji, 317, 317t
thalamici laterales, 4RA
tractus solitarii, 204, 351, 351ş
ventrolaterale, thalamus, 241
vestibulares, 159
vestibularis inferior, 204
vestibularis lateralis, 204, 242
vestibularis medialis, 204, 208
vestibularis superior, 204
Nükleer zincir, 93

Obezite, hipotalamus etkisi, 392
Objenin şekli, değerlendirilmesi. Bkn Stereognosis
Oftalmopleji
eksternal, 360
internal, 360
internuklear, 360
Oksipital görme alanı, lobus occipitalis, 292
Olfaktor (koku) reseptör hücreleri, 335
Oligodendrositler, 54–57, 55t, 57ş, 58ş, 71
fonksiyonları,54, 57
Oliva, 1RA, 6RA, 9ş, 11ş, 198, 200, 203ş, 204, 204ş, 237ş
Os
frontale, 25ş
cranium, 8ş
crista frontalis, 25ş
occipitale, 8ş, 25ş
parietale, 5ş, 8ş
sphenoidale, 26ş
temporale, 8ş
arteria carotis interna, 476ş
Osmoreseptörler, 388
Otonom
sinir refleksi, mesane, 418
sinir sistemi, 2, 397–420, 407t
"enterik sinir sistemi," 404
adrenerjik reseptörler, blokajı, 403
dejenerasyonu, 417

efferent bölümü, 399ş
fizyolojik refleksler, 415–416
fonksiyonları, 404–405, 405ş
ganglion blokaj ajanları, 402
ganglion uyarıcı ajanlar, 402
ganglionları, 83, 83ş, 400, 401ş
hızlı inhibitor sinaptik potansiyeller, 401–402, 402ş
hipotalamus, 389–390, 391ş
içerdiği hastalıklar, 417–418
inen yollar, 155, 160–161, 162t
inhibitor sinaptik potensiyeller, 401–402, 402ş
innervasyonları, 407–414, 407t
kolinerjik reseptörler, blokajı, 403
organizasyonu (düzeni), 397–400
parasempatik yaralanmalar, 417
pleksuslar, large, 400
postganglionik sinir sonlanmaları, 402
postganglionik transmitterler, 402–403, 403ş
preganglionik transmitterler, 400–401, 401ş, 402ş
rejenerasyonu, 417
sempatik
parasempatik, farklılıklar, 399ş, 403ş, 405–407, 405ş, 406t
yaralanmaları, 417
üst kontrol mekanizması, 404, 404ş
yaralanmaları (hasarlanmaları), 417
yavaş sinaptik potansiyeller, 401–402, 402ş
Otonomöz mesane, 418

Ödem
interstisyal, 63
serebral, 63
sitotoksik, 63
vazojenik, 63
Öfke, hipotalamik uyarı ile, 391
Öğürme refleksi, 362
Özofajitler, 419

Paccini korpusculleri, 87t, 89, 91, 91ş, 115t
Pallidosubthalamik lifler, 320
Pallidotomi, 324
Palpebra (-e) superior (üst göz kapağı), otonom sinir innervasyonu, 407–408, 408ş
Papilla ödemi, 466
Paralizi, 168
hiperkalemik, 117
hipokalemik periodik, 117
tipleri, 168–169
Paranasal sinus hastalığı, başağrısı, 439
Parapleji, 168
ekstansiyonda, 164
fleksiyonda, 164
Parasempatik
hasarlanmalar, 417
yanıt, 2
Parestezi, 118
Parietopontin lifler, 12ş
Parkinson hastalığı, 168, 173, 322–325, 324–326ş
ilaca bağlı, 325
Pars parasympatica, systema nervosum autonomicum, 2, 399–400
Pars sympathica, systema autonomicum, 2, 397–398
Patellar tendon refleksi, L2, L3, L4, 101
Pedunculi
cerebellares, 237, 237ş
cerebellaris inferior, 2RA, 4, 6RA, 198, 205, 231, 237, 237ş
cerebellaris superior, 4, 206, 210, 231, 237ş
decussatio, 212, 241, 241ş
cerebri medius, 4, 7RA, 206, 231, 237
cerebri, 11ş, 210
crus cerebri, 11ş
tegmentum, 257
Pelvik kolon, otonom sinir sistemi, 411, 411ş
Pelvis, otonom sinir innervasyonu, 411, 411ş
Pendular diz refleksi, 245
Pendular nistagmus, 245
Penis
ereksiyonu, otonom sinir innervasyonu, 413, 414ş
Penisilin, kan-beyin seddi, 467
Perineurium, 80
Pernisiöz anemi, 173–174
Persistan vegetatif durum, 298
Pes hippocampus, 307, 446
PET. Bkn Pozitron emisyon tomografi (PET)
Petit mal nöbet, 298
Pexus venosus vertebralis internus, 5ş, 437
PIH. Bkn Prolaktin-inhibitör hormon
Pia mater, 2, 4, 137, 436, 436ş, 437
Pineal tümörler, 271
Pinealositler, 256
Piramidal hücreler, 285
Plastik rijitide, Parkinson hastalığı, 323
Plazma membranı, 40–42ş, 42–47, 45–46ş
iyonik permeabilitesi (geçirgenliği), 46ş
potasyum kanalları, 45–47, 46ş
sodyum, 45–47, 46ş
uyarılması, 44–45, 45–46ş
Plexus
aorticus, otonom sinir innervasyonu, 412
brachialis, 3ş, 13
dalları, dağılımı, 113t
cardiacus, 410
caroticus internus, 340
cervicalis, 13
choroideus, 10–11ş
lumbalis, 3ş, 13
dağılımı/dalları, 114t
mesentericus (Auerbach pleksusu), otonom sinir innervasyonu, 411
myentericus (Auerbach pleksusu), 400, 410
myentericus, 410–411
renalis, otonom sinir innervasyonu, 412
sacralis, 3ş, 13
dağılımı/dalları, 114t
submucosus (Meissner pleksusu), 400, 410
Pnömoensefalografi, 271–274ş
Pnömografi, intrakranial, 466
Polinöropati, 115
duysal reseptörler, 115
reseptörler, 115
yaş, 155
Poliomiyelit, 171ş, 173
aksonal ileti, 61
Polus frontalis, 1RA–2RA
Polus occipitalis, 1RA–2RA
Pons, 1RA–3RA, 4, 4RA–6RA, 8RA, 9ş, 11ş, 26ş, 237ş
gelişimi, 457ş
genel görünümü, 206, 206ş, 207ş
hemorajisi (kanaması), 218–219
her seviyede temel yapıları, 208t
iç yapısı, 208–210, 208t
infarktüsleri, 219
kaudal bölümü, transvers kesiti, 207ş, 208
klinik önemi, 218–219
kranial bölümü, transvers kesiti, 207ş, 208
transvers lifler, 9ş, 237
tümörleri, 218
Postensefalik parkinsonizm, 324
Postgangliyonik sinir sonlanmaları, otonom sinir sistemi, 402
Postgangliyonik transmitterler, otonom sinir sistemi, 402–403, 403ş
Postsinaptik membranlar, 50
Postural
bozukluklar, Parkinson hastalığı, 323–324
etkisi, 104–106ş, 116, 119, 484
duyarlılık, muayenesi, 116
hipotansiyon, 484
Potasyum kanallı, plazma membranı, 45–46, 46ş
Pozitron emisyon tomografi (PET)
encephalon (beyin), 27ş
sinir sistemi, 24, 26, 27ş
Prefrontal korteks, 291, 296
Pregangliyonik nöronlar, asetilkolin salınımı, 401
Pregangliyonik transmitterler, otonom sinir sistemi, 400–401, 401ş, 402ş
Presinaptik keseler, 50
PRH. Bkn Prolaktin-releasing hormon
Primer
görme alanı, 292, 297
işitme alanı, 292, 297
lizozomlar, 42
serebral fissur, 7RA
Processus styloideus, 488ş
Programlanmış hücre ölümü, 16
Progressif (ilerleyici) demans (bunama), 322
Projeksiyon lifleri, cerebellum, 264ş, 268
Prokain, 62
sinir iletimindeki etkisi, 114
Prolaktin-inhibiting hormon, 390t
Prolaktin-releasing hormon, 390t
Prolaktin, 389
Propranolol, 403
nöromuskuler bileşekte etkisi, 118
Prosencephalon, 3ş, 4
tomurcuğu, 16
bölümleri, 16ş, 16t
gelişimi, 15t
Prostat, otonom sinir innervasyonu, 414
Protein kromozomu, 322
Protoplazmik astrositler, 53, 55t, 56ş
Protuberantia occipitalis, 2–5ş
Psikolojik şok, 484
Pupilla
Adie'nin tonik pupilla sendromu, 418
Argyll Robertson, 418
Pupilla-deri refleksi, 340
Purkinje hücre tabakası, cortex cerebelli, 231, 233, 234ş
Putamen, 12ş
Pyramid, 1RA, 6RA, 9ş, 11ş, 199, 200, 201ş, 202ş, 204ş, 206ş, 237ş

Queckenstedt belirtisi, 20

Radial lifler, cortex cerebri, 285
Radiatio optica, 268, 269ş, 336, 339t
Radices nervi spinales, orijinleri, 7ş, 12
Radix
motoria, nervus spinalis, 4, 137
sensoria (duysal kökler), nervi spinales, 4, 7–8ş, 137
Ramus(-i)
(arteriae) lenticulostriata, 23, 488ş
communicantes albi, 340, 397. Bkn Ramus albus
griseus, 397
albus
nervus spinalis, 5ş

horizontalis sulcus lateralis, cerebrum, anterior, 258
Ranvier boğumları, 71, 75ş, 77ş, 78
Raynaud hastalığı, 419
Receptive afazi, 296
Reciprocal inhibition, 94
Reciprocal innervasyonu, 163
Refleks arkı (yayı), 162–163, 163ş, 164ş
Refleks bozuklukları, 244
Refleksler
bozuklukları, 244
otonom sinir sistemi, 415–416
Refraktor period, 45, 46
Rekabetçi bloke edici ajanlar, 99
Rektum, otonom sinir innervasyonu, 411, 411ş
Relatif refraktor period, 85
Renshaw hücreleri, 52, 163ş, 164
Replacement gliosis, 54
Reseptör sonlanmaları, 86–94
anatomik reseptör tipleri, 86–91, 87t
kapsüllü reseptörler, 89–91
kapsülsüz reseptörler, 86–89
kıl follikülü reseptörleri, 89, 89ş, 90ş
Meissner korpuskulleri, 89, 90ş, 91ş
Merkel diski, 86, 88ş
Paccinikorpuskulleri, 89, 91, 91ş
Ruffini korpuskulleri, 91
serbest sinir sonlanmaları, 86, 87ş
deri reseptör fonksiyonları, 91
duysal uyarılar, impulsların sinirlerde iletimi, 91–92
eklem reseptörleri, 92
nöromuskuler iğcik, 92–93ş, 92–94
fonksiyonları, 93–94
gerilme refleksi, 93–94
intrafusal lifler, 94
nörotendinöz iğcikler, 94, 94ş
fonksiyonları, 94
potansiyeli, 92
Reseptörlerin sınıflandırılması, 87t
Reserpin, 403
Residual bodies, 42
Resting mikroglial hücreleri, 57
Retikular aktivasyon sistemi, 307
Retikular uyarı mekanizması, cortex cerebri, 298
Retina, 359
vena centralis, 434
Retrograd
dejenerasyon, 108
transnöronal dejenerasyon, 111
transport, 48, 49
Rhombencephalon, 4
cerebellum, 4, 8–9ş, 11ş
medulla oblongata, 4, 9ş
pons, 4, 9ş
tomurcuğu, 16, 199
gelişimi, 15t
Rijitide, Parkinson hastalığı, 323
Rizotomi
ağrıyı rahatlatmak için, 166–167
Rod hücreleri, görme sistemi, 337
Rostrum corporis callosi, 5
Ruffini korpuskulleri, 87t, 91, 115t

Saltatory conduction, 85
Sarkoma, malign, 114
Satellit hücreleri
ganglia autonomici, 83
ganglia sensorii, 81, 82ş, 83
Scalp, tabakaları, 429ş
Schmidt-Lanterman yarıkları, 71, 78ş
Schwann hücresi, 71
Segmental innervasyon
deri, 100, 101–102ş, 118
kaslar, 100–101, 102ş, 118–119
Sekonder görme alanı, 292, 297
Sekonder işitme alanı, 292, 297
Sekonder lizozomlar, 42
Sekretuar hücreler, sinir sonlanmaları, 100, 100ş
ilaçların etkisi, 117–118
Seksual hastalıklar, hipotalamus etkisi, 392
Sempatektomi, arteriel hastalıklarda, 419–420
Sempatik çıkış, 397–398, 398ş, 399ş
Sempatik
sinir pleksusları, 434
yanıt, 2
yaralanmaları, 417
Sentrioller, 42, 44t
Septum
medianum posterius medullae spinalis, 8ş
pellucidum, 3RA–4RA, 8RA, 10ş, 25–26ş, 259ş, 264ş, 268
limbik sistem, 310
Serbest sinir sonlanmaları, 86, 87ş, 115t
Serebellar
afferent sinir lifleri, 237–240
cortex cerebri'den, 237–238
medulla spinalis'den, 238–240
nervus vestibularis'den, 239ş, 240
efferent sinir lifleri, 240–242
hastalıklar, belirtiler/semptomlar, 243
hareketlerin ayrımı, 244
tremor, 244
sendromlar, 245
venler, 433
anevrizmalar, 484
konjenital, 484
anjiografi, 485–492, 485–493ş
aorta abdominalis anevrizması, sızıntısı, 487
aorta thoracica diseksiyonu, 487
medulla spinalis iskemisi, 487
arter sendromları, 483
arteria carotis interna oklüzyonu (tıkanması), 483
arteria cerebri anterior oklüzyonu (tıkanması), 483
arteria cerebri media oklüzyonu (tıkanması), 483
arteria cerebri posterior oklüzyonu (tıkanması), 483
vertebrobasilar arter oklüzyonu (tıkanması), 483
arterler
arteria cerebri anterior, 475, 486ş, 488ş, 490ş
oklüzyonu (tıkanması), 483
arteria cerebri posterior, 477, 486ş, 488ş, 490ş, 492ş
oklüzyonu (tıkanması), 483
beslediği alanlar, 478ş
innervasyonu, 479
dolaşım, 481, 481ş
kesintisi, 483
dominantlık, 295, 295ş, 297
hemoraji (kanama), 23, 439, 484–485
iskemi, 483–484
kan akımı, bozulması, 483
komissuralar, 3RA, 257, 265–266
ödem, 63
sirkülasyon, 481, 481ş
tümörler, 439
Serebro-olivoserebellar yol, 237–238, 238ş
Serebroretikuloserebellar yol, 238, 238ş
Serebrospinal sıvı (BOS)
absorpsiyonu, 460, 461ş
absorpsyonunun azalması, 466
aşırı oluşumu, 466
basıncı, nervus opticus, 466–467
fonksiyonları,458, 458t
hastalıklarda, basınç/içerikleri, 466–467
nervus opticus çevresinde, 462ş
oluşumu, 458–459, 459ş
sirkülasyonu, 447ş, 459–460
sirkülasyonunun blokajı, 466
subaraknoidal aralık, uzantıları, 458ş, 460, 462ş
Serebrospinal sıvı-beyin arayüzü, 464–465, 465ş
Serotonin, 51, 146, 147
Servikal disk herniasyonları, 17
Servikal genişleme (intumescentia cervicalis), 137
Servikal kosta, 417
Servikal sinir kökleri sendromları, 112t
Servikal sinirler, 12
Shaken-baby sendromu, 23
SIF hücreleri. Bkn Small intensely fluorescent hücreleri, otonom sinir sistemi
Sinapslar, 49–53, 50ş
elektriksel, 53
kimyasal, 50–51
nöromodülatörler, 53
nörotransmitterler, 51–53, 52ş, 53t
ultrayapısı, 49ş, 50–51, 51ş
tipleri, 50ş
Sinaptik
aralık, 50, 96ş, 97
blok yapıcı ilaçlar, 61–62
çıkıntılar, 49
glomeruller, 336
stripping, 108
Sinir
hücre çıkıntıları, 47–49, 47–49ş
akson iletimi, 48–49
hücre gövdesi, 34–42, 38–39ş
çekirdeği (nucleus), 34–35, 37–40ş
eksitasyon, 44–45, 45–46ş
hasarlanma sonrası iyileşmesi, 108
sitoplasma, 35–42, 41–43ş, 44t
yaralanması (hasarlanması), 107
hücresi çıkıntıları hasarlanması, 107–108
akson
distal segmenti, değişiklikleri, 107–108, 107ş
proksimal segmenti, değişiklikleri, 107ş, 108
sinir hücresi gövdesindeki değişiklikler, 108, 109ş
hücresinin gövdesi, 38ş
impulsları, 45
lifleri, 2, 34, 71–79, 72ş, 73ş
boyutları, 81t
ileti hızı, 81t
miyelin oluşumu, 71–78, 75–78ş, 79t
miyelinli sinir lifleri, 71–78, 73ş, 74ş
miyelinsiz sinir lifleri, 3ş, 76ş, 78–79, 79ş, 80ş
pleksusları, 3ş, 13, 83
sisteminin gelişimi
encephalon (beyin), 504–512
cerebellum, 506–507
cortex cerebri, 512
diencephalon, 509
hemispherium cerebelli, 509, 511
komissuralar, 512
medulla oblongata, 506
mesencephalon, 507, 509
miyelinizasyon, merkezi sinir sisteminde, 512
pons, 506

prosencephalon, 509
telencephalon, fate, 509
temel bölümleri, 505t
medulla spinalis, 502–504, 503ş
columna vertebralis, 503–504
duysal nöronlar, arka taraftaki substantia grisea, 503
duyusal yollarda afferent nöronlar, 502–503
meninges, 503–504
motor nöronlar, 502
sisteminin organizasyonu (düzeni), 1–32
encephalon (beyin), 4–10, 5ş, 7–8ş
cerebrum, 5, 10
diencephalon, 5, 10ş
mesencephalon, 3ş, 5, 10ş
rhombencephalon, 4
yapısı, 10
ganglia, 10, 13–14
autonomici, 14, 16
sensorii, 7ş, 13, 16
medulla spinalis, 2, 4, 5–7ş
medulla spinalis'in yapısı, 4
merkezi sinir sistemi, 2, 5ş, 13ş
nervi craniales, 9ş, 12–13, 13ş
nervi spinales, 12–13, 13ş
otonom sinir sistemi, 4
periferik sinir sistemi, 2, 3ş, 4t, 10–14
rhombencephalon
cerebellum, 4, 8–9ş, 11ş
medulla oblongata, 4, 9ş
pons, 4, 9ş
traktusları, 71
transplantasyonu, 113
Sinus
caroticus, 415–416, 475, 484
caroticus sendromu, 484
cavernosus, 431, 434, 476ş
confluens sinuum, 431, 433
intercavernosus, 431, 434
occipitalis, 428, 433, 434
paranasales, başağrısı, 439
petrosi, 429ş, 431, 433, 434, 435
petrosus superior, 429ş, 433
rectus, 268, 429ş, 431, 433
sagittalis, 268, 429ş, 431ş, 433
inferior, 268, 428, 429ş
superior, 429ş, 431ş, 433, 460, 461ş
sigmoideus, 431, 433–434
sphenoidalis, 488ş
sphenoparietalis, 429ş, 434
transversus, 428, 431, 433
dextra, 431ş
sinistra, 431ş
Sirkadiyan ritim, hipotalamik kontrol, 391
Sistemik arterler, otonom sinir sisteminin etkisi, 407t
Sitoplazma, 35–42, 41–43ş, 44t
Sitoplazmik organeller, 35, 44t
Sitotoksik ödem, 63
Siyatik (siyatalji), 17
Skopolamin, 62
nöromuskuler bileşekte etkisi, 117
Slow ağrı, 145
Small intensely fluorescent hücreleri, otonom sinir sistemi, 400, 401ş
Sodyum kanallı, 45–46, 46ş
plazma membranı, 45–46, 46ş
Sodyum, plazma membranı, 45–47, 46ş
Sole plate, 96ş, 97
Solunum merkezleri, 404
Somastetik assosiasyon alanı, cortex cerebri, 297
Somatik ağrı, 166
Somatik motor çekirdek, 332
Somatostatin, 390t
Spastisite, 168
Spatium extradurale, 59
Spatium subarachnoideum, 2, 137, 435, 457, 458ş
Spazmlar, 169
Sphincter vesicae, otonom sinir innervasyonu, 412
Spina bifida okkulta, 512
Spina bifida, 512–513
Spinal
refleksler, üst nöron merkezleri, 164
etkilenmesi, 164
stenoz (dar kanal), 174
şok sendromu, 169–170
tap, 19–20, 20ş
Splen/lien (dalak), 8RA, 10ş, 265, 267ş
Stellat hücreler, 285
Stereognozis, 116, 294
muayene, 116
Strabismus (şaşılık), internal, 360
Stria
medullaris, 7RA, 252, 253ş, 257, 266
occipitalis (Gennari striası), 285
terminalis, 310, 446
korteks, 285
Su alımını, hipotalamik düzenlenmesi, 391
Subaraknoid hemoraji (kanama), 23, 439, 484
Subdural hemoraji (kanama), 23, 439, 484
Subsinaptik ağ, 50
Substantia
alba
cerebellum, 235–236, 265–268
hemispherium cerebri, 262, 265–268, 265ş
medulla spinalis, 4, 8ş, 138ş, 140–143ş, 143
traktusların oluşturan sinir liflerinin düzenlenmesi, 143, 143ş
yapısı, 143
merkezi sinir sistemi, 2
ferruginea, 206
gelatinosa, 139, 200
grisea, medulla spinalis, 2, 4, 8ş, 138–142, 140–142ş
canalis centralis, 140–142ş, 141–142
columnae griseae anteriores, sinir hücre grupları, 139, 140–142ş
columnae griseae laterales, sinir hücre grupları, 140ş, 141, 141ş, 142ş
columnae griseae posteriores, sinir hücre grupları, 139–141, 140–142ş
commissura grisea, 140–142ş, 141–142
düzenlenmesi, 140ş
yapısı, 139–142
nigra, 210, 212–213ş, 319, 322
perforata posterior, 210
Suksinilkolin, motor son plak
iskelet kasları, etkisi, 116t, 117
Sulcus (-i) , 10
cerebelli, 258–260, 259–261ş
calcarinus, 3RA, 10ş, 260
hemispherium cerebelli, 262
callosi, hemispherium cerebelli, 261
centralis, 1RA, 3RA, 8RA, 8–10ş
cinguli, 10ş, 261
frontalis inferior, encephalon (beyin), 260
frontalis superior, 263
hypothalamicus, 252, 257
intraparietalis, cerebellum, 258ş, 260, 261ş
lateralis, 3RA–4RA, 9ş
limitans, 7RA, 199, 206, 207ş, 455
medianus posterior medullae spinalis, 8ş, 137
neuralis, 12
oluşumu, 15ş
occipitotemporalis, hemispherium cerebri, 262
olfactorius, hemispherium cerebri, 262
parietooccipitalis, 2RA–3RA, 9–10ş, 260
postcentralis, 1RA, 3RA
precentralis, 1RA, 3RA
rhinalis, hemispherium cerebri, 262
temporalis medius, cerebellum, 262
temporalis superior, 260
Sulfonamid, kan-beyin seddi, 467
Sustalı bıçak reaksiyonu, 168
Susuzluk merkezi, 391
Sutura
coronalis, 490ş
lambdoidea, 492ş
sagittalis, 492ş
Sylvius kanalı (Aqueductus cerebri), 446, 448–449ş, 450
Syringomyelia, 172–173, 173ş, 417
Syringomyelocel, 513
Systema nervosum parasympaticum, 397
Systema nervosum periphericum, 2, 3ş, 4t, 10–14, 71, 73ş, 79, 80ş, 82t
bölümleri, 3ş
dejenerasyonu
end-organ atrofisi, 111
istemli kas atrofisi, 111
duysal ganglionları, 13, 81, 82ş
endonöral aralıklar, 114
ganglia autonomici, 14, 83, 83ş
ganglia, 13–14
iletimi, 84–86, 84–86ş
miyelin kılıfı, Schmidt-Lanterman incisures, 79ş
miyelinizasyon, 79t
nervi craniales, 9ş, 12–13, 13ş, 81, 82ş
nervus spinalis, 12–13, 13ş, 80–81, 82ş
pleksusları, 83, 83ş
radix nervi spinalis, 80–81, 82ş
temel bölümleri, 10–14
travmatik lezyonları, 111–112
tümörleri, 113–114
yaralanmaları (hasarlanmaları), temel klinik ilkeler altında, 112

Şekli değerlendirme. Bkn Stereognosis
Şizofreni, 296
Şok sendromları, kan basıncıyla, 484

Tabes dorsalis, 167, 167ş
Tam enine omurilik kesisi sendromu, 170, 171ş
Talamik el, 378
Tangential lifler, cortex cerebri, 285
Tanisitler, 55t, 58
Tapetum, corpus callosum, 265
Tat merkezi, cortex cerebri, 293
Tegmentum, 210
pedunculi cerebri, 257
pons, 208
Tela choroidea, 257, 268, 436
Temporopontin lifler, 11–12ş
Tendon iğcikleri, 103
Tentorium cerebelli, 257, 428, 429ş, 431ş
Terminal ventrikül, 142, 447ş, 457
Termoreseptörler, 86
Tetanus toksini, 114
Tetraetilamonyum, 62, 402
Tetrasiklinler, kan-beyin seddi, 467
Thalamus, 5RA, 8RA, 10ş, 12ş, 25–26ş, 252–256, 254ş, 255ş, 265ş, 372–378, 373ş
ağrı, 378
alt bölümleri, 372–375, 374ş
dorsal sıra çekirdekleri, 372

pars anterior, 372
pars lateralis, 372–374, 374ş
pars medialis, 372
ventral sıra çekirdekleri, 372–374
anormal istemsiz hareketler, 378
bağlantıları, 375, 376t, 377ş
duysal kayıp, 378
fonksiyonları, 375
genel görünümü, 372, 373ş
koterizasyon, ağrının cerrahi yolla rahatlatılması, 378
lezyonları, 378
nuclei ventrolaterales, 241
pulvinar thalami, 336
thalamic hand, 378
truncus cerebri (beyin sapı), 373ş
Tinel belirtisi, 112
Tinnitus (kulak çınlaması), 362
Tiopental, kan-beyin seddi, 467
Tiroid-stimulan hormon, 389, 391
Tirotropik hormon, 389
Tirotropin-releasing hormon, 390t
Tokluk merkezi, 391
Tonik pupilla sendromu, Adie'nin, 418
Tonsilla, 7RA
Tractus
corticospinalis lateralis, 155ş, 156, 260
corticospinalis, 154, 155ş
lezyonları, 167–168
medulla spinalis, 155–157, 156ş
anterior, 155ş, 156, 156ş
dalları, 157
cuneocerebellaris, 149, 152, 238ş, 240
extrapiramidalis, medulla spinalis, 167, 168
gastrointestinalis
otonom sinir innervasyonu, 410–411, 411ş
otonom sinir sisteminin etkisi, 407t
hypothalamohypophysialis, 388, 389ş
mammillothalamicus, 310
olfactorius, 1RA, 6RA, 9ş
olivospinalis, 155, 155ş, 160, 161ş
medulla spinalis, 160, 161ş
opticus, 6RA, 9ş, 11ş, 26ş, 336, 337ş, 338ş
pontoreticulospinalis, 157, 157ş
posterolateralis (Lissauer traktusu), 144, 146ş
pyramidalis, 155, 167–168, 201ş
reticulospinalis (medullar), 158
reticulospinalis, 154, 157–158, 157ş
medulla spinalis, 157–158, 157ş
rubrospinalis, 155, 155ş, 159, 159ş, 241, 241ş
medulla spinalis, 155ş, 159, 159ş
spinocerebellaris, 200
anterior, 150, 151ş, 152, 152t, 205, 210, 239, 239ş
posterior, 149, 151ş, 239ş, 240
spinoolivaris, 152, 153ş, 204
spinoreticularis, 152, 153ş
spinotectalis, 152, 153ş, 200, 205
spinothalamicus lateralis, 144–145, 147ş
sonlanmaları, 147
yaralanması (hasarlanması), 165
spinothalamicus, 147–149, 148ş, 205
yaralanması (hasarlanması), 165
tectospinalis, 154, 155ş, 158, 158ş
vestibulospinalis, 155, 155ş, 159–160, 160ş, 200, 242
Transnöronal dejenerasyon, 111
Transvers lifler, pons, 237
Transvers pontocerebellar lifler, 155, 207ş, 209ş, 210ş
Travma
kulak, 362
mesencephalon, 219
periferik sinirler, 111–112
sonrası merkezi sinir sistemi fonksiyonlarının iyileşimi, 114–115
Tremor (titreme), 119, 168
Parkinson hastalığı, 323
Trigeminal nöralji, 360
trigonum vagale, 7RA, 456
TSH. Bkn Tiroid-stimulan hormonu
Tuber cinereum, 7RA–8RA, 9–11ş, 252, 254, 257
Tuberculum cuneatum, 2RA, 198
Tuberculum gracile, 2RA, 7RA
Tuberomammillar çekirdekler, hipotalamus, 383
Tubus neuralis, 14
oluşumu, 15ş
Tufted hücreleri, 336
Tuncus sympathicus, 5ş, 398–399
Tümör
kan-beyin seddi, 467
kulak, 362
mesencephalon, multipl skleroz, 362
nöronlar, 61
periferik sinirler, 113–114
pons, 218
ventriculus quartus, 467

Uncus, 6RA, 9ş, 262
Unilateral anozmi, 358
Unipolar nöron, 34, 36ş, 38t
Uterus, 414, 415ş
otonom sinir innervasyonu, 414, 415ş
Uyku, 298
bozuklukları, hipotalamus etkisi, 392
cortex cerebri, 298

Üçüncü lumbal segment, medulla spinalis, 140ş
Üçüncü nöron, 144, 144ş, 154, 332, 335
Üçüncü sakral segment, medulla spinalis, 140ş
Üçüncü servikal segment, medulla spinalis, 140ş
Üst ekstremite
arterleri, otonom sinir innervasyonu, 414, 416ş
Üst ekstremite arterleri, otonom sinir innervasyonu, 414, 416ş
Üst göz kapağı, otonom sinir innervasyonu, 407–408, 408ş
Üst motor nöron, 153, 332
inhibisyonu, 163ş, 164
lezyonları, 167–168

Varis alanları, 48
Vas deferens, otonom sinir innervasyonu, 414
Vasküler lezyonlar, mesencephalon, 220
Vasodilatator, 404
Vasojenik ödem, 63
Vasokonstriksiyon, hipotalamik etkisi, 388
Vasopressin, 388
Vasopressorler, 404
Vejetatif durum, 298
Velum
medullare inferius, 10–11ş
medullare inferius, 11ş
medullare superius, 8RA, 10–11ş
Vena(-e)
basalis, 479
cerebri anterior, 479
choroidea, 479
jugularis interna, 434
magna cerebri, 268, 429ş, 433
media superficialis cerebri, 479
profunda cerebri media, 479
superior cerebri, 429ş, 433, 479, 480ş
thalamostriata, 479
cerebri, 479–480, 480ş
eksternal serebral venler, 479, 480ş
internal serebral venler, 479–480
spesifik beyin alanlarının venleri, 480
diploicae (Diploik venler), 429ş, 433
emissariae (Emisser venler), 432
inferiores cerebri, 433
meningeae, 432
ophthalmici, 434
vertebrales, 434
Venous lacunae, 433
Ventriculus(-i)
cerebri, klinik incelemeleri, 466
lateralis, 5RA
brain passing through anterior horn, 4RA
cerebrum, 10
cerebrum, 10ş
cornu anterior ile beyin sıvısı (BOS) arasındaki geçiş, 4RA
cornu anterior, 4RA–5RA, 25–26ş
cornu posterior, 5RA, 25ş
hemispherium cerebelli, 262
hemispherium cerebri, 262
plexus choroideus, 4RA
quartus, 4, 8RA, 10ş, 26ş, 197, 450, 450ş, 452ş, 454ş
area vestibularis, 7RA
cerebellum, 257
döşemesi, 198
kavitesi, 2RA–3RA, 10–11ş
beyin sapı, 197
kökü, 11ş
median aperture in tavanı, 11ş
plexus choroideus, 8RA
tümörleri, 467
tertius, 4RA–5RA, 8RA, 449–450, 450ş
cerebellum, 253–254ş, 257
kavitesi, 10ş
Ventriküler sistem, 446–457, 447ş
aqueductus cerebri, 448ş, 449ş, 450
lateral kenarları, 450, 454ş
medulla oblongata, 457
medulla spinalis, canalis centralis, 457
tavanı, arka duvarı, 453, 455ş, 456ş
ventriculus lateralis, 446, 448–451ş, 449
plexus choroideus, 449, 452ş
ventriculus quartus, 449ş, 450, 450ş, 452ş, 454ş
ventriculus tertius, 449–450, 450ş
plexus choroideus, 449–450, 452ş
Ventrikülografi, 273, 275–276ş
Ventrikülostomi
endikasyonları, 522
frontal yaklaşım, 522
klinik nöroanatomik değerlendirmeler, 522, 524
parietal yaklaşım, 524
Vermis sendromu, 245
Vermis, cerebellum, 2RA–3RA, 4
alttan görünüşü, 7RA
üstten görünüşü, 7RA
Vertebra (omur) sayıları, medulla spinalis segmentleri, 524
ilişkileri, 13ş, 17
Vertebra sacralis, ikinci, 435
Vertebral arteriografi, anatomik yapılarının gösterilmesi, 490ş, 492ş
Vertebrobasilar arter oklüzyonu (tıkanması), 483